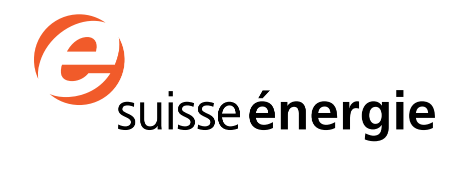
Garantie de performance
Installations techniques





Impressum

Version entièrement révisée et actualisée de la «garantie de performance».
Éditeur: Office fédéral de l'énergie et Association Minergie
Textes, graphiques: Heinrich Huber, Christoph Schmid, Jürg Nipkow, Norbert Lederle, Claudia Hauri
Rédaction, mise en page: Oerlikon Journalisten, Christine Sidler, Othmar Humm
Traduction: Messerknecht Traductions spécialisées, Monthey
Février 2010

www.garantie-de-performance.ch

La «garantie de performance» est un service offert par SuisseEnergie et l'association Minergie en faveur des maîtres d'ouvrage, concepteurs et installateurs. L'offre comprend d'une part la garantie de performance proprement dite, accordée au maître d'ouvrage par le fournisseur ou concepteur d'une installation, et d'autre part les aides à la planification pour le dimensionnement d'installations techniques domestiques. Le produit est disponible sous la forme d'une brochure imprimée ainsi que sur le web.
(www.garantie-de-performance.ch)

Sommaire

Informations générales

Mode d'emploi
Détermination de la puissance du générateur de chaleur
Aide au dimensionnement Pompes de circulation

www.garantie-de-performance.ch

Mode d’emploi
Informations générales

La «garantie de performance pour les installations techniques» est une base de travail de SuisseEnergie et Minergie pour la conception, le dimensionnement, la commande et la réception d’installations techniques domestiques. Elle précise ce qu’il y a lieu d’entendre par un dimensionnement correct des installations et une bonne qualité d’exécution.
Les architectes, installateurs, concepteurs et maîtres d’ouvrage sont guidés du dimensionnement à la réception en trois étapes.

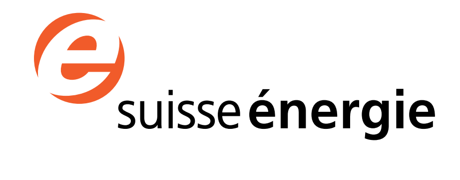
1ère étape: Dimensionnement de l’installation
Une aide au dimensionnement est disponible pour les différentes installations techniques (aération douce, pompe à chaleur, chauffage au bois, capteurs solaires, chauffages au gaz et au mazout et pompes de circulation); elle comprend une formule de calcul et des exemples.

2e étape: Accord sur la garantie de performance
La garantie de performance résulte d’un accord entre la société en charge de l’installation ou de la conception et le maître d’ouvrage. Elle doit être prise en charge par le responsable du projet, afin que le maître d’ouvrage reçoive la garantie d’une bonne qualité d’exécution des travaux. À cet effet, il faut utiliser le formulaire de «garantie de performance» correspondant au type d’installation en question.

3e étape: Établissement d’un procès-verbal de mise en service
Une fois le montage terminé, l’entreprise d’installation et de planification établira un procès-verbal de mise en service qu’elle remettra au maître de l’ouvrage. Un modèle ad hoc pour les aérations douces se trouve dans les documents.

Les différents formulaires ou documents d’aide au dimensionnement sont également disponibles sur:
www.garantie-de-performance.ch

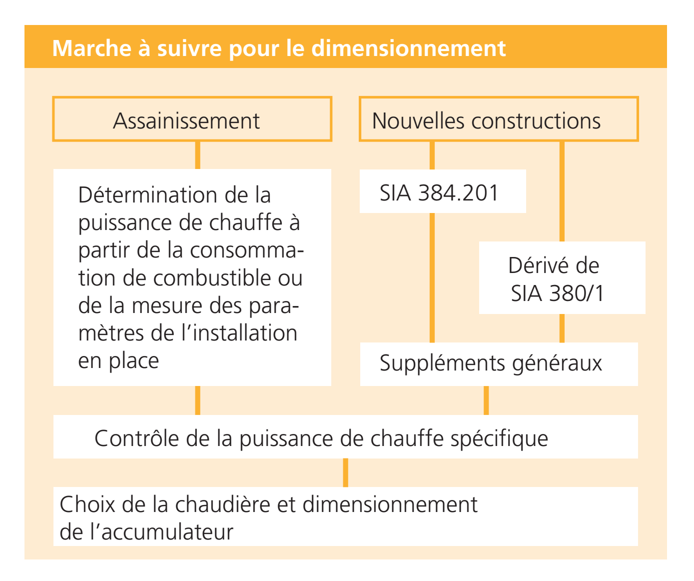




Détermination de la puissance du générateur de chaleur

1 Marche à suivre

Un dimensionnement correct des installations de chauffage est essentiel pour l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments. Le schéma montre la démarche à adopter, de la détermination de la puissance de chauffe à installer au choix de la chaudière.



2 Détermination des déperditions calorifiques de base lors d'assainissements

Une description détaillée de la détermination de la puissance du générateur de chaleur est fournie dans la norme SIA 384/1 [1].

2.1 Détermination de la puissance du générateur de chaleur résultant de la consommation de combustibles

La détermination de la puissance du générateur de chaleur d'habitations de petite taille traditionnelles (c'est-à-dire bénéficiant d'une isolation thermique médiocre, d'une faible proportion de fenêtres et d'une orientation non marquée au sud), qui présentent un besoin en puissance de chauffe total allant jusqu'à 100 kW, peut généralement s'effectuer avec une précision suffisante sur la base de la consommation antérieure.

La puissance nécessaire du générateur de chaleur de remplacement est la suivante:

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$\Phi_{gen,out,new}$	Puissance du producteur de chaleur de remplacement, en kW
m_{an}	Consommation annuelle de combustible moyennée sur plusieurs années, en kg (ou m³ ou l)
GCV	Pouvoir calorifique supérieur («Gross Calorific Value»), en kWh/kg (ou kWh/m³ ou kWh/l)
t_{an}	Durée à pleine charge sur l'année du générateur de chaleur de remplacement, en h
$\eta_{an,old}$	Rendement annuel jusqu'à présent (par rapport au pouvoir calorifique supérieur)
$\eta_{an,new}$	Rendement annuel du producteur de chaleur de remplacement (par rapport au pouvoir calorifique supérieur)
$\eta_{gen,new}$	Rendement du producteur de chaleur (par rapport au pouvoir calorifique supérieur)

Le rendement du producteur de chaleur peut être assimilé ici à:

$$\eta_{gen,new} \approx 0{,}5 \cdot (1 + \eta_{an,new})$$

Remarque: La formule ci-dessus permettant de déterminer la production de chaleur ne s'applique qu'aux systèmes de substitution. Les données provenant de différents systèmes ne doivent pas être mélangées. Lors de la modification du système de production de chaleur, il n'est possible de choisir correctement un générateur de chaleur de substitution uniquement après avoir déterminé un système de substitution équivalent. L'utilisation correcte de la formule est présentée dans les chapitres 2.1.1 – 2.1.6 à l'aide de plusieurs exemples. Les chiffres en pour cent doivent être insérés dans la formule sous forme de décimales (p. ex. 0,80 pour 80 %)

A des altitudes standard jusqu'à 800 m, la durée à pleine charge sur l'année t_{an} peut être définie selon la règle simplifiée suivante:

- 2300 h pour les générateurs de chaleur servant au chauffage,
- 2700 h pour les générateurs de chaleur servant au chauffage et à la production d'eau chaude.





A des altitudes supérieures à 800 m, la durée à pleine charge doit être augmentée de 300 h.

2.1.1 Chauffage à bûches de bois [6]

Pouvoir calorifique supérieur GCV des bûches de bois séche à l'air [1]	
Bois tendre [2]	1800 kWh/stère [4]
Bois dur [3]	2500 kWh/stère

[1] Ne pas brûler du bois frais provenant de la forêt! Sa combustion produit trop d'émissions et les chaudières utilisent moins bien l'énergie. Le bois séché à l'air (2 ans) contient 15 à 20 % d'eau.
[2] Bois tendre: p. ex. épicéa, sapin, pin, mélèze, peuplier ou saule
[3] Bois dur: p. ex. chêne, hêtre, frêne, érable, bouleau, orme, châtaignier, charme, noisetier, noyer ou merisier
[4] Stère: Pile de bûches de bois rondes d'une longueur d'un mètre, d'un mètre de haut et un mètre de large.

Rendement annuel η_{an}	
Nouvelles chaudières	65 % à 75 %
Anciennes chaudières	45 % à 65 %

Exemple de calcul
Une maison familiale à Adelboden (1250 m) avec production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude
Durée à pleine charge t_{an} = 3000 h/a
Consommation de bois (bois dur séché à l'air) m_{an}= 18 st/a
Pouvoir calorifique GCV = 2500 kWh/stère
Rendement annuel $\eta_{an,new}$ = 70 % , $\eta_{an,old}$ = 55 %
Rendement du producteur de chaleur $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\,\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$
$$= (18 \cdot 2500 / 3000) \cdot (0{,}55 / 0{,}70) \cdot 0{,}85 = 10{,}0 \text{ kW}$$

2.1.2 Chauffage à plaquettes de bois [6]

Pouvoir calorifique GCV des plaquettes de bois			
	Teneur en eau %	Densité en vrac kg/m³ Pl [1]	Pouvoir calorifique supérieur GCV kWh/m³ Pl
Bois tendre	30	160 à 230	750 à 900
Bois dur	30	250 à 330	1000 à 1250

[1] Un mètre cube de plaquettes de bois en vrac [m³Pl].

Rendement annuel η_{an}	
Nouvelles chaudières [1]	de 65 % à 75 %
Anciennes chaudières	de 45 % à 65 %

[1] Le rendement ne s'applique pas aux générateurs de chaleur à condensation

Exemple de calcul
Un immeuble locatif à Bâle avec production de chaleur pour le chauffage sans eau chaude
Heures à pleine charge t_{an} = 2300 h/a
Consommation de plaquettes (bois tendre, teneur en eau 30 %) = 400 m³Pl/a
Pouvoir calorifique GCV = 800 kWh/m³Pl
Rendement annuel $\eta_{an,new}$ = 70 % , $\eta_{an,old}$ = 55 %
Rendement du producteur de chaleur $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\,\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$
$$= (400 \cdot 800 / 2300) \cdot (0{,}55 / 0{,}70) \cdot 0{,}85 = 93 \text{ kW}$$

2.1.3 Chauffage à pellets ou granulés au bois

Pouvoir calorifique GCV pellets	5,2 à 5,5 kWh/kg

Rendement annuel η_{an}	
Nouvelles et anciennes chaudières	65 % à 75 %

Exemple de calcul
Un immeuble locatif à Bâle avec production de chaleur pour le chauffage sans eau chaude
Heures à pleine charge t_{an} = 2300 h/a
Consommation de pellets = 3200 kg/a
Pouvoir calorifique GCV = 5,4 kWh/kg
Rendement annuel $\eta_{an,new}$ = 70 % , $\eta_{an,old}$ = 60 %
Rendement du producteur de chaleur $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\,\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$
$$= (3200 \cdot 5{,}4 / 2300) \cdot (0{,}6 / 0{,}70) \cdot 0{,}85 = 5{,}5 \text{ kW}$$

2.1.4 Chauffage au mazout

Pouvoir calorifique GCV pour le mazout	
Mazout EL	10,5 kWh/l

Rendement annuel η_{an}	
Nouvelles chaudières (à condensation)	85 % à 95 %
Anciennes chaudières (pas à condensation)	75 % à 80 %

Exemple de calcul
Une maison familiale à Zurich avec production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude
Heures à pleine charge t_{an} = 2700 h/a
Consommation de mazout = 2000 l/a
Pouvoir calorifique GCV = 10,5 kWh/l
Rendement annuel $\eta_{an,new}$ = 90 % , $\eta_{an,old}$ = 78 %
Rendement du producteur de chaleur $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\,\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$
$$= (2000 \cdot 10{,}5 / 2700) \cdot (0{,}78 / 0{,}90) \cdot 0{,}95 = 6{,}4 \text{ kW}$$

2.1.5 Chauffage au gaz

Pouvoir calorifique GCV pour le gaz	
Gaz naturel	10,4 kWh/m³ [1)]
[1)] Le pouvoir calorifique mentionné est valable pour 0,98 bar, 15 °C (Plateau suisse) et se rapporte aux mètres cubes d'exploitation tels qu'affichés sur le compteur de gaz.	

Rendement annuel η_{an}	
Nouvelles chaudières (à condensation)	85 % à 95 %
Anciennes chaudières (pas à condensation)	80 % à 85 %

Exemple de calcul

Un immeuble locatif à Berne avec production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude

Heures à pleine charge t_{an} = 2700 h/a

Consommation de gaz = 6000 m³

Pouvoir calorifique GCV = 10,4 kWh/m³

Rendement annuel $\eta_{an,new}$ = 90 % , $\eta_{an,old}$ = 82 %

Rendement du producteur de chaleur $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\,\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$
$$= (6000 \cdot 10,4 / 2700) \cdot (0,82 / 0,90) \cdot 0,95 = 20 \text{ kW}$$

2.1.6 Chauffage électrique

Rendement annuel η_{an}	93 % à 97 %

La puissance nécessaire du générateur de chaleur peut être calculée sur la base de la consommation annuelle d'électricité pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. La consommation électrique au compteur est indiquée en kilowattheures.

Exemple de calcul

Une maison familiale à Flims avec production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude

Heures à pleine charge t = 3000 h/a

Consommation d'électricité = 25000 kWh/a

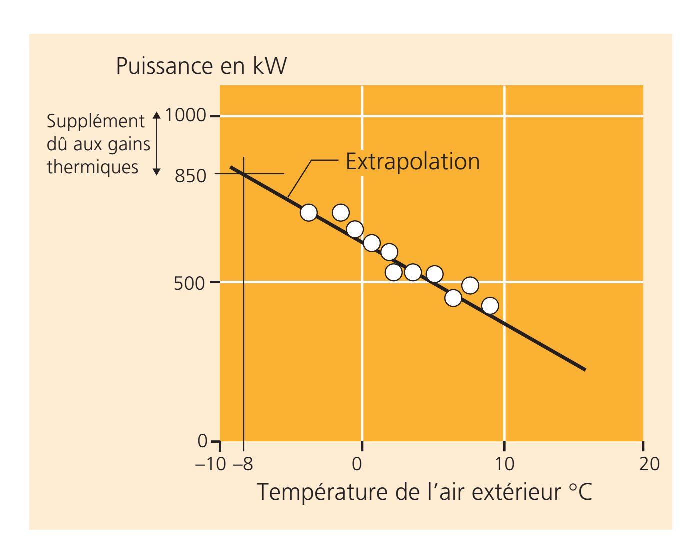
Rendement annuel $\eta_{an,new}$ = 96 % , $\eta_{an,old}$ = 93 %

Rendement du producteur de chaleur $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 98\,\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$
$$= (25000 / 3000) \cdot (0,93 / 0,96) \cdot 0,98 = 7,9 \text{ kW}$$

2.2 Détermination de la puissance du générateur de chaleur au moyen de la courbe caractéristique de puissance mesurée

Les mesures effectuées sur l'ancienne installation encore en fonctionnement donnent des indications différenciées pour le dimensionnement de nouveaux générateurs de chaleur. La procédure est décrite dans SIA 384/1, paragraphe 4.3.7.



Courbe caractéristique de puissance issue d'une mesure (exemple)

Des mesures sont nécessaires:

- dans le cas d'habitations ne correspondant pas aux critères précités (p. ex. habitations très bien isolées ou possédant un grand nombre de fenêtres),
- en général, dans le cas d'autres utilisations,
- lorsque le générateur de chaleur de remplacement exige une précision élevée.

Les mesures effectuées sur l'ancien système de production de chaleur devraient s'étendre sur deux mois d'hiver environ. Les puissances de combustion moyennes (p. ex. valeurs moyennes journalières) sont reportées en fonction de la température extérieure. Par interpolation ou extrapolation avec les droites de régression (courbe caractéristique de puissance), on détermine la puissance moyenne du générateur de chaleur pour la température extérieure de base. Etant donné que des gains thermiques solaires sont la plupart du temps pris en compte dans la mesure, la valeur déterminée est augmentée d'environ 15 %.

3 Calcul des déperditions calorifiques de base dans les nouvelles constructions

3.1 Déperditions calorifiques de base suivant SIA 384.201 [2]

La procédure de calcul des déperditions calorifiques de base suivant SIA 384.201 est employée pour les nouvelles constructions ou les assainissements importants des installations thermiques dans des bâtiments. Cette procédure implique la détermination des déperditions calorifiques de base dans chacune des pièces chauffées. Ce calcul est indispensable pour le dimensionnement du système de diffusion de chaleur (chauffage au sol, corps de chauffe, système à éléments thermoactifs, chauffage à air chaud). Les déperditions calorifiques de base pour l'ensemble du bâtiment sont déterminées à partir des déperditions calorifiques pour chacune des pièces.

Méthode de calcul

- Détermination de la température extérieure standard.
- Détermination des valeurs pour la température intérieure standard de chaque pièce chauffée.
- Calcul des déperditions par transmission standard.
- Addition des déperditions par transmission standard de toutes les pièces chauffées sans tenir compte du flux de chaleur entre les pièces chauffées. On obtient alors les déperditions par transmission à prendre en compte dans le dimensionnement pour l'ensemble du bâtiment.
- Calcul du coefficient des déperditions par ventilation standard. Ce coefficient est multiplié par la différence de température standard pour obtenir les déperditions par ventilation standard.
- Addition des déperditions par ventilation standard de toutes les pièces chauffées. On obtient alors les déperditions par ventilation à prendre en considération dans le dimensionnement pour l'ensemble du bâtiment.
- Calcul de la puissance de chauffage du bâtiment (en W) en tenant compte de facteurs de correction, en particulier pour l'aération.

3.2 Détermination de la puissance du système de production de chaleur conformément à SIA 384/1 [1]

La puissance des générateurs de chaleur est déterminée selon la norme SIA 384/1. Ceux-ci doivent être dimensionnés de telle manière que les déperditions calorifiques de base ainsi que le besoin en puissance thermique de l'installation de production d'eau chaude sanitaire et des systèmes associés puissent être couverts.

La puissance devant être fournie par le système de production de chaleur est calculée comme suit:

$$\Phi_{gen,out} = \Phi_{HL} + \Phi_{W} + \Phi_{AS}$$

$\Phi_{gen,out}$	Puissance du générateur de chaleur, en kW
Φ_{HL}	Déperditions calorifiques de base selon SIA 384.201, kW
Φ_{W}	Puissance pour la production d'eau chaude sanitaire, en kW
Φ_{AS}	Puissance des systèmes associés (p. ex. installations de ventilation, chaleur industrielle), en kW

Pour déterminer les parts de puissance du chauffage et de l'eau chaude, on se base sur une observation à la journée, lors du dimensionnement (température extérieure standard). Pour les installations auxquelles sont associés d'autres systèmes, une observation moins longue ou l'analyse d'un autre jour de référence peut s'avérer nécessaire.

Besoin en puissance de chauffe des nouvelles constructions

En règle générale, aucun supplément aux déperditions calorifiques de base selon SIA 384.201 n'est nécessaire.

Dans les immeubles d'habitation, en présence de basses températures extérieures, il convient de ne pas réduire la température ambiante.

Lorsque, dans les immeubles de bureaux, en présence de basses températures extérieures, on réalise un abaissement de la température ambiante, une remise en marche précoce du chauffage (tant que les déperditions de chaleur par ventilation restent plus importantes que celles calculées pour les déperditions calorifiques de base) doit ramener la température ambiante à sa valeur de consigne.

Les déperditions de la distribution de chaleur doivent en principe être ajoutées aux déperditions calorifiques de base; lorsque le bâtiment dispose d'une bonne isolation thermique, elles sont toutefois négligeables. Une partie des déperditions bénéficie à la zone chauffée du bâtiment. Ainsi, seules les déperditions à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment sont déterminantes.

Besoin en puissance pour la production d'eau chaude sanitaire dans les nouvelles constructions

Pour la production d'eau chaude sanitaire, la puissance du générateur de chaleur doit être accrue. Celle-ci dépend du besoin en eau chaude, des déperditions de l'alimentation en eau chaude et de l'accumulateur.

Lorsqu'un même générateur de chaleur assure la production d'eau chaude et le chauffage, seules les déperditions à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment doivent être prises en compte.

Lors du dimensionnement, on ne se base pas sur la consommation de pointe rarement atteinte. Dans les immeubles d'habitation et de bureaux, on peut utiliser comme valeur indicative la puissance supplémentaire suivante du générateur de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire (rapportée à la surface de référence énergétique):

- Immeuble d'habitation: 3 W/m^2
- Maison familiale: 2 W/m^2
- Bureaux: 1 W/m^2

Ces suppléments de puissance sont basés sur le besoin thermique de la production d'eau chaude selon la norme SIA 380/1, en considérant des déperditions d'environ 25 % ainsi qu'un générateur de chaleur disponible en permanence. Cette puissance n'est pas appropriée au dimensionnement de l'échangeur de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire.

Le volume de l'accumulateur doit être adapté au type de générateur de chaleur et à l'agent énergétique.

Besoin en puissance de systèmes associés dans les nouvelles constructions

Le besoin en puissance de chauffe pour les systèmes associés doit en principe être étudié au cas par cas.

Dans le cas de batterie de chauffage dans un système de ventilation, il convient de se baser sur le débit volumique d'air maxi-

mal à la température de conception selon la norme SIA 382/1. Pour un système de production de chaleur combiné assurant le chauffage et la ventilation, les pointes de débit volumique d'une durée inférieure à 3 heures ne doivent pas être prises en compte pour le générateur de chaleur. La récupération de chaleur doit être prise en considération. Toute augmentation de la puissance du générateur de chaleur due au démarrage d'installations de ventilation doit être évitée, p. ex. par un démarrage précoce avant le début de l'utilisation.

Des mesures appropriées doivent être mises en œuvre afin que les pointes de puissance des systèmes associés ne coïncident pas avec les pointes de puissance du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire. Par exemple, les piscines couvertes doivent être exploitées de manière à ce que l'on ne choisisse pas de chauffer toute l'eau de la piscine justement lorsque la température extérieure est basse.

3.3 Estimation de la puissance de chauffage nécessaire au moyen d'un logiciel SIA 380/1

On procède au calcul de la puissance de chauffage nécessaire Q_h (en MJ/m²) selon SIA 380/1 déjà au cours d'une phase préliminaire du projet [3]. Pour un bilan énergétique de l'ensemble du bâtiment, les mêmes informations que pour le calcul de la puissance de chauffe norminale sont en partie requises:

- Utilisation
- Données climatiques
- Surfaces de référence énergétiques
- Eléments de construction de grande surface
- Ponts thermiques
- Fenêtres
- Capacité de stockage thermique etc.

Pour déterminer les besoins de chaleur pour le chauffage, il existe différents programmes de calcul certifiés par l'OFEN et des cantons selon SIA 380/1 [4]. Certains logiciels permettent de calculer en sus la puissance de chauffage nécessaire, ce qui représente la méthode la plus rationnelle pour déterminer cette puissance au cours d'une première phase, mais qui nécessite le logiciel automatique ad hoc. En effet, les besoins de chaleur pour le chauffage Q_h seuls ne permettent pas de calculer avec suffisamment de précision la puissance de chauffage nécessaire.

3.4 Contrôle des résultats

Le contrôle des résultats se fait grâce à la puissance de chauffage spécifique. Celle valeur résulte de la division de la puissance de chauffe standard par la surface de référence énergétique (surface brute de plancher chauffé). Les valeurs doivent s'approcher des valeurs données dans le tableau.

Type de bâtiment	Valeur de contrôle
Maisons anciennes mal isolées	50 W/m² à 70 W/m²
Maisons anciennes bien isolées	40 W/m² à 50 W/m²
Nouvelles constructions répondant aux normes actuelles	25 W/m² à 40 W/m²
Immeubles abritant des activités de services et mal isolés	60 W/m² à 80 W/m²
Immeubles Minergie	20 W/m² à 30 W/m²
Immeubles Minergie-P	8 W/m² à 15 W/m²

Remarque: La puissance de chauffage spécifique est un instrument de contrôle assez grossier. Le dimensionnement se fait principalement suivant les méthodes décrites plus haut.

4 Bibliographie

Normes et directives

[1] SIA 384/1: Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Bases et exigences générales. SIA Zurich 2009. www.sia.ch

[2] SIA 384.201: Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base. SIA, Zurich 2003; www.sia.ch

[3] SIA 380/1: L'énergie thermique dans le bâtiment. SIA, Zurich 2009; www.sia.ch

Bibliographie, logiciels, services spécialisés

[4] Programmes de calcul certifiés: www.bfe.admin.ch
→ Services → Outils de planification et d'aide à l'exécution

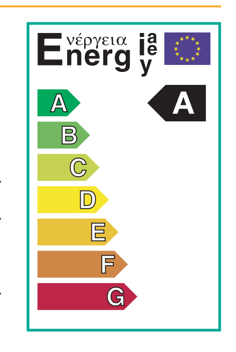
[5] Modèle de prescriptions énergétiques des cantons 2008 (MoPEC 2008);
www.endk.ch et/ou les directives cantonales

[6] QM Chauffages au bois. Manuel de planification.
ISBN 3-937441-93-X

Aide au dimensionnement
Pompes de circulation

1 Généralités

Les pompes à haut rendement équipées de moteurs à aimant permanent ou de «moteurs EC» (Electronic Commutation) sont jusqu'à 3x plus efficientes que les pompes traditionnelles à moteur asynchrone. Leur vitesse de rotation est réglée électroniquement et leur rendement s'adapte automatiquement au débit volumique variable. Il faut toutefois régler la courbe caractéristique adaptée à l'installation et la pompe de circulation ne peut pas être fortement surdimensionnée. La «règle du pour mille» expliquée au chapitre 6 permet de vérifier de manière simple si le dimensionnement de la pompe de circulation d'un groupe de chauffage est correct. Les pompes de circulation des sociétés membres d'Europump portent le label volontaire «Energy», qui utilise le classement de A à G déjà bien connu pour les appareils ménagers. Les pompes à débit variable et les pompes offrant un très bon rendement sont de classe A, les pompes de type traditionnel sans débit variable sont de classe C, D ou même E, F, voire G. L'utilisation de pompes de circulation à haut rendement, mais plus coûteuses s'avère généralement rentable.



Energy-Label

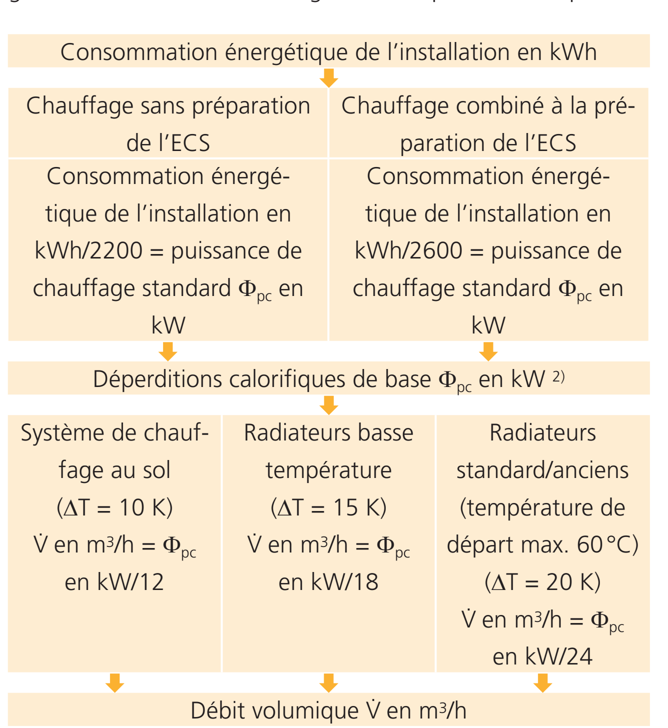
Dans le cadre de la directive Ecodesign, la commission européenne a fixé des valeurs d'efficacité planchers pour les pompes de circulation domestiques et d'autres appareils consommateurs d'énergie. En conséquence, à compter du 1er janvier 2013, seules des pompes à haut rendement (ce qui correspond approximativement à la classe d'efficacité A) pourront encore être vendues. Il faut s'attendre à ce que cette directive soit également reprise en Suisse.

2 Dimensionnement approximatif d'installations existantes

Les données principales pour le dimensionnement d'une pompe de circulation sont le débit volumique $\dot{V}$ et la hauteur manométrique H. Il est facile de les déterminer de manière approximative.

2.1 Détermination du débit volumique

La puissance de chauffage maximale requise (déperditions calorifiques de base Φ_{pc}) résulte de la consommation annuelle d'énergie d'une installation de chauffage donnée (combustible, chauffage à distance). Les déperditions calorifiques de base peuvent être déterminées au moyen d'un calcul approximatif, expliqué ci-dessous, ou avec plus de précision sur la base du document «Détermination de la puissance du générateur de chaleur» de la garantie de performance pour les



1) Dans les bâtiments récents équipés d'un système de chauffage combiné à la préparation de l'ECS, il faut mettre 3000 à la place de 2600. En cas d'isolation thermique performante du bâtiment, la quote-part pour la préparation de l'ECS est plus haute.

2) Lorsque les déperditions calorifiques de base Φ_{pc} doivent être réparties sur plusieurs groupes de chauffage, les surfaces de référence énergétiques (surfaces brutes de plancher chauffé) des groupes peuvent servir de clé de répartition.





installations techniques domestiques. Si l'on inscrit les déperditions calorifiques de base Φ_{pc}, le type de transfert de chaleur et la différence de température aller/retour ΔT dans le schéma ci-dessus, on obtient le débit volumique d'eau chaude $\dot{V}$.

2.2 Détermination de la hauteur manométrique

On dispose de valeurs indicatives simples pour la détermination de la hauteur manométrique des pompes de circulation des groupes de chauffage. Les indications sont en mètres de colonne d'eau (mCE). Un mCE équivaut à dix kilopascals (kPa).

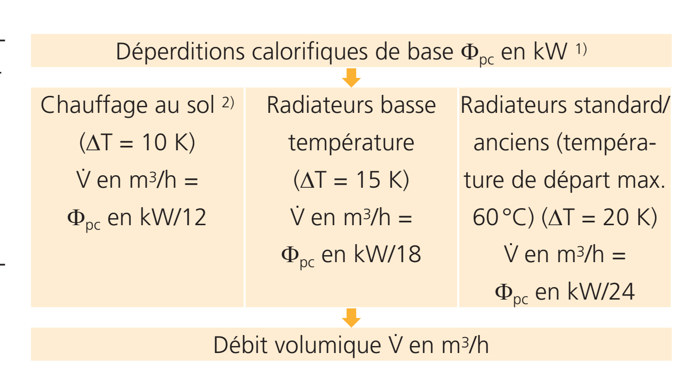
Chauffage au sol	1,5 mCE à 3 mCE
Chauffage par radiateurs standard	1 mCE
Très grands groupes de radiateurs	jusqu'à 2 mCE

On ne dispose pas de valeurs indicatives pour d'autres applications et groupes de chauffage avec un compteur de chaleur dans le circuit. Dans ces cas, il faudra effectuer un calcul comme dans le cas d'installations nouvelles.

3 Dimensionnement des installations nouvelles

3.1 Détermination du débit volumique

Les déperditions calorifiques de base Φ_{pc} suivant le calcul du concepteur conformément à SIA 384.201 sont inscrites dans le schéma ci-dessous. Si l'on ne dispose d'aucune valeur prévisionnelle, on prendra les valeurs indicatives pour les bâtiments existants comme base pour le dimensionnement en ce qui concerne les différences de température ΔT. C'est de cette manière que l'on peut obtenir une valeur de dimensionnement approximative pour le débit volumique $\dot{V}$.



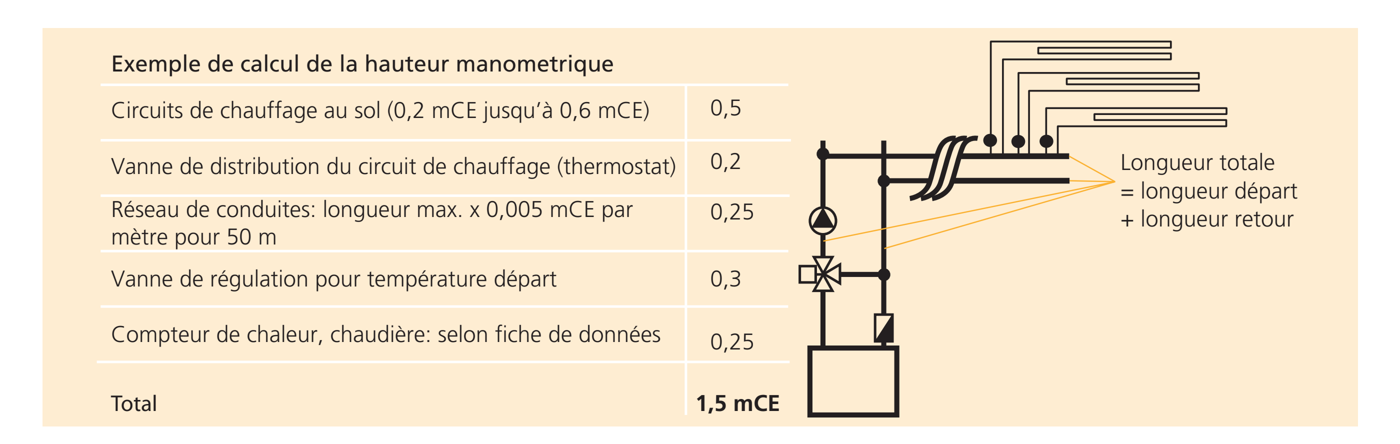
1) Lorsque les déperditions calorifiques de base Φ_{pc} doivent être réparties sur plusieurs groupes de chauffage, les surfaces de référence énergétiques (surfaces brutes de plancher chauffé) des groupes peuvent servir de clé de répartition.

2) Dans le cas des TABS et avec une température de départ < 30 °C (installation à effet d'autorégulation) ΔT peut être égal ou inférieur à 5 K.

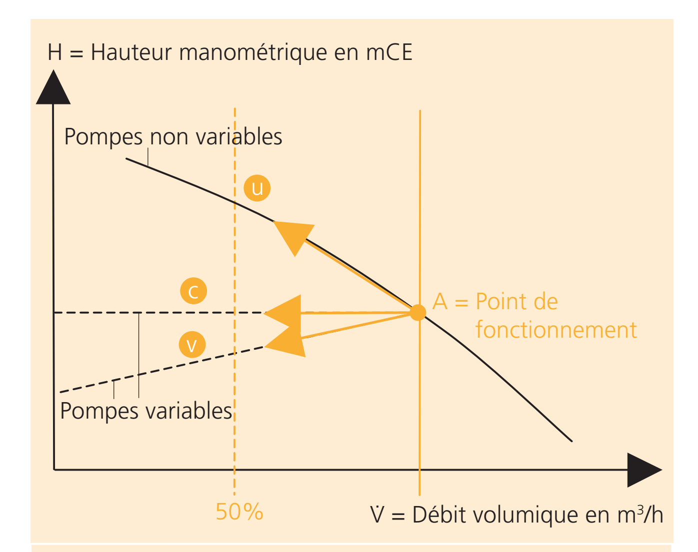
3.2 Détermination de la hauteur manométrique

La hauteur manométrique nécessaire H résulte du calcul du réseau prenant en compte les pertes de charge de ses différents éléments. Lorsque le réseau des conduites a été dimensionné de manière généreuse, une évaluation par le biais de valeurs indicatives est possible.

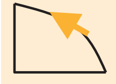
Si le calcul donne une hauteur manométrique supérieure à 2 mCE pour la pompe de circulation du groupe de chauffage (chauffage au sol ou installations de très grande taille) ou 1,5 mCE pour les chauffages à radiateurs, il faut revoir le calcul. L'installation devra être adaptée (diamètres nominaux plus grands, compteurs de chaleur générant des pertes de pression moins grandes, robinetterie, etc.). Les valeurs ne doivent pas dépasser les valeurs indicatives.



Exemple de calcul de la hauteur manometrique	
Circuits de chauffage au sol (0,2 mCE jusqu'à 0,6 mCE)	0,5
Vanne de distribution du circuit de chauffage (thermostat)	0,2
Réseau de conduites: longueur max. x 0,005 mCE par mètre pour 50 m	0,25
Vanne de régulation pour température départ	0,3
Compteur de chaleur, chaudière: selon fiche de données	0,25
Total	**1,5 mCE**

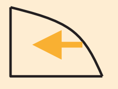


u Pompes de circulation à débit non variable



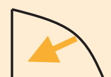
La hauteur manométrique H augmente! On ne devrait employer des pompes de circulation à débit non variable dans les groupes de chauffage que si elles présentent une courbe caractéristique plate. Plus la hauteur manométrique augmente, plus il y a un risque d'avoir des bruits dans les vannes. Pour un débit volumique de 50 %, H ne devrait pas dépasser 2 mCE.

c Pompes de circulation à réglage automatique: Réglage «hauteur manométrique constante»



Les pompes de circulation à débit variable réglé automatiquement peuvent être employées pour toutes les applications. Il faut connaître la hauteur manométrique pour un réglage correct.

v Pompes de circulation à réglage automatique: Réglage d'une hauteur manométrique «variable» ou «proportionnelle»



Ce type de réglage est surtout intéressant pour les installations présentant des pertes de charge élevées, étant donné que la hauteur manométrique diminue également en cas d'étranglement de la circulation. En cas de chute importante de la courbe caractéristique, il y a toutefois le risque d'une sous-alimentation des utilisateurs plus éloignés.

Lorsque la pression sur les vannes thermostatiques dépasse 1,5 mCE à 2 mCE, l'installation peut émettre des sifflements ou des bruits d'écoulement. Il ne faut en aucun cas, «par souci de prudence», choisir ou régler une hauteur manométrique trop grande .

4 Choix de la pompe de circulation

Lorsque l'on dispose des valeurs indicatives pour le débit volumique V̇ et la hauteur manométrique H, il est facile de trouver la pompe de circulation convenant à un groupe de chauffage donné en consultant un catalogue ou par le moyen d'une recherche ciblée.

Les pompes de circulation de remplacement ne devraient jamais être choisies uniquement en fonction des dimensions de raccordement indiquées dans un catalogue d'équivalences! Les dimensions de raccordement de pompes de circulation correctement dimensionnées sont souvent plus petites que le réseau de conduites existant. Les petites adaptations nécessaires à l'installation (réduction du diamètre nominal) sont rapidement amorties.

4.1 Point de fonctionnement et courbe caractéristique de la pompe de circulation

Pour trouver la pompe de circulation qui convient le mieux, il faut avoir quelques connaissances concernant le fonctionnement des pompes dans les installations de chauffage. Une pompe de circulation bien choisie est plus facile à régler, fait moins de bruit et consomme moins d'électricité.

Pour expliquer le comportement des pompes de circulation (à débit variable ou non), la meilleure solution est de recourir au diagramme. L'intersection entre le débit volumique V̇ et la courbe caractéristique de la pompe de circulation donne le point de fonctionnement A. Le point de fonctionnement devrait valoir environ ⅔ du débit volumique maximal de la pompe de circulation. En cas de réduction du débit, par exemple au moyen de vannes thermostatiques ou suite à la fermeture de vannes de radiateurs, le point de fonctionnement se déplacera vers la gauche sur une distance dépendant du réglage de la pompe de circulation.

4.2 Quel type de pompe pour quelle utilisation?

- Pour les groupes de chauffage équipés de vannes thermostatiques, les pompes de circulation à débit variable pourvues du label Energy A sont idéales. Lorsque l'on peut choisir le type de réglage, il faut sélectionner l'option «hauteur manométrique constante». Ceci n'est pas vrai pour les installations présentant des pertes de charge fort élevées dans le circuit (p. ex. certains échangeurs de chaleur à condensation), pour lesquelles le réglage «hauteur manométrique variable» est préférable.
- Pour les groupes de chauffage sans grande variation de débit comme par exemple les chauffages au sol sans vannes thermostatiques (conçus pour une température de départ très basse),

les pompes de circulation à débit non variable conviennent très bien. Elles sont plus économiques, mais doivent être dimensionnées avec une plus grande précision. Un bon rendement est important (label Energy A). Les pompes de circulation à plusieurs vitesses de rotation présentent un rendement médiocre dans les vitesses les plus basses; il convient donc de les dimensionner pour la vitesse la plus élevée.

- Les pompes de circulation à débit non variable conviennent principalement pour les circuits primaires (générateurs de chaleur, pompes de sonde, pompes de circulation de circuit solaire) ainsi que pour la circulation d'eau chaude sanitaire et les pompes de charge d'accumulateurs. Les pompes de circulation à débit variable (réglage «hauteur manométrique constante») conviennent bien pour ce type d'application, dans la mesure où leur puissance est aisément adaptable.
- Pour limiter la consommation électrique et donc les frais de fonctionnement d'une pompe, deux éléments sont importants: son dimensionnement correct et son rendement! Pour les pompes qui connaîtront des temps de fonctionnement annuels élevés (groupe de chauffage, circulation d'eau chaude, circuit de chaudière, acheminement de source de chaleur), choisissez des pompes de classe A.
- Les pompes standard pour centrales de chauffe compactes sont souvent trop grandes, car dimensionnées «pour le pire». Comme elles doivent être bon marché, elles ne présentent souvent ni un rendement correct ni un débit variable. Dans la mesure du possible, choisir une centrale équipée d'une pompe de classe A; conformément à la directive Ecodesign, plus aucune pompe inefficiente ne sera vendue dans les centrales compactes à compter du 01.01.2015. Même pour les pompes des centrales, il convient de veiller à choisir le bon réglage pour l'installation.

5 Mise en service, réglage

Pour qu'une pompe de circulation à débit variable et à plusieurs vitesses fonctionne comme prévu, il faut qu'elle soit correctement réglée. La valeur de réglage devrait être indiquée sur une étiquette – idéalement fixée sur la pompe de circulation – de manière à éviter que le technicien chargé du prochain entretien ne mette le réglage maximum par «mesure de sécurité».

Pour les pompes de circulation à débit variable, on peut en général choisir le type de réglage ainsi qu'une courbe caractéristique ou une hauteur manométrique (pour le maximum sur la courbe):

- courbe caractéristique constante («c») pour la plupart des applications.
- courbe caractéristique variable («v» ou «p») pour les installations présentant des pertes de charge élevées.
- valeur de la courbe caractéristique ou hauteur manométrique: voir le chapitre «Détermination de la hauteur manométrique». **Attention:** La valeur réglée vaut en général pour le débit maximal de la courbe caractéristique. Habituellement, le débit volumique réglé automatiquement sera plus petit.

Pour les pompes de circulation à plusieurs vitesses mais à débit non variable, il faudra consulter le diagramme de la pompe figurant sur la spécification technique et choisir la bonne vitesse en tenant compte des indications au chapitre 4.

Pompe:	ABX 30
Val. de réglage:	C, Pos. 1.5
Réglé le:	7.11.2007
Par:	M. Muster

Heiz+Pump AG, 2222 Komfortwil
Tel. 022 222 22 22

Que faire si certains radiateurs restent froids?

1. Rincer: après des travaux d'installation, il faut complètement rincer le circuit (parfois même plusieurs fois)!
2. Purger: quelques jours après avoir rempli d'eau le circuit de chauffage, il faudra à nouveau effectuer une purge d'air.
3. Équilibrer: il faudra éventuellement effectuer un équilibrage hydraulique au moyen des vannes d'équilibrage.
4. Contrôler: il faut contrôler et éventuellement modifier les préréglages des vannes thermostatiques et des raccords de retour. Parfois, il faut légèrement fermer la vanne des corps de chauffage les plus proches de la pompe de circulation.
5. Si rien ne marche: régler la pompe de circulation sur une vitesse ou courbe caractéristique plus élevée.

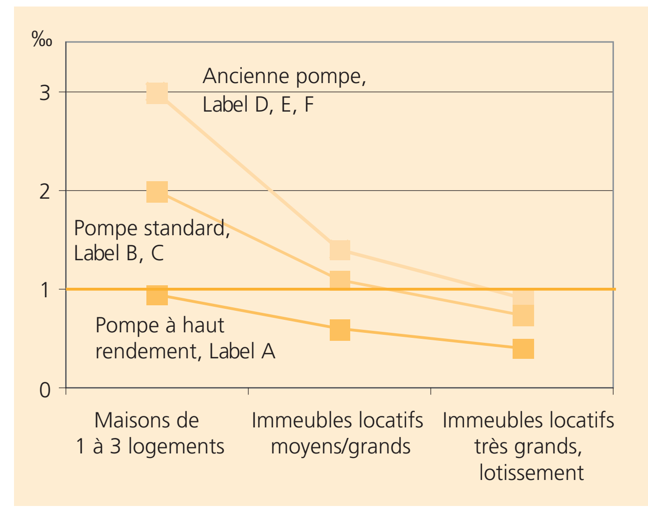
6 Contrôle du dimensionnement

6.1 La règle du pour mille

La puissance électrique absorbée par la pompe de circulation est d'environ un pour mille (1 ‰) de la puissance thermique requise.

La règle du pour mille vaut pour les pompes des groupes de chauffage traditionnels dans les immeubles locatifs de taille petite à moyenne. Dans les maisons individuelles pour une ou deux familles, certaines pompes de type ancien peuvent utiliser 2‰ à 3‰.

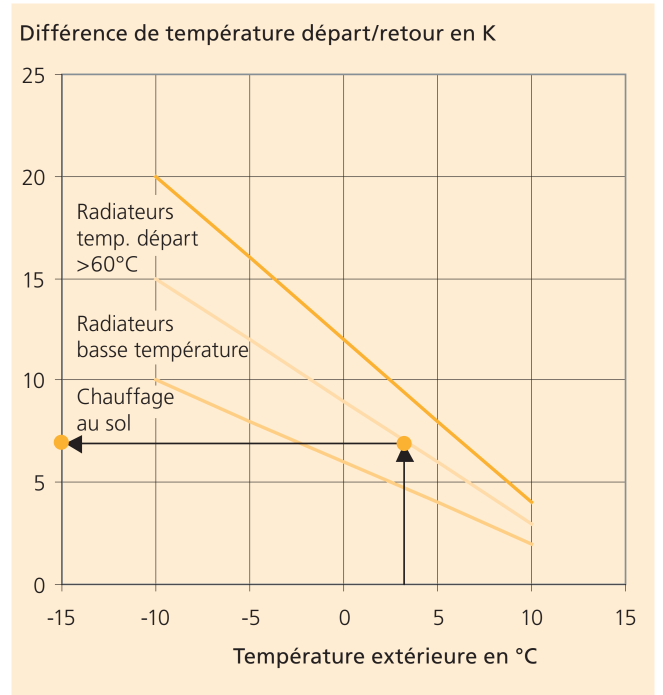
Pour les pompes de circulation à débit variable, réglé automatiquement, dotées du label Energy A, le point de fonctionnement effectif de l'installation (à débit maximal, toutes les vannes ouvertes) doit être utilisé pour les contrôles de dimensionnement, car ces pompes peuvent couvrir une large plage de débits volumiques avec un bon rendement. Si la puissance électrique absorbée n'est pas affichée sur l'écran, se reporter à la fiche technique de la pompe pour les contrôles.



Rapport entre la puissance électrique de la pompe de circulation et la puissance thermique de chauffage maximale nécessaire (déperditions calorifiques de base Φ_{pc}): règle du pour mille, 1 ‰ = 0,001. Pour les zones climatiques très froides, on aura des valeurs inférieures (plus basses d'environ 30 %); pour les zones plus chaudes, on aura des valeurs plus élevées. Pour le chauffage au sol, on aura une valeur jusqu'à 50 % plus élevées.

6.2 Contrôle des pompes de circulation en fonctionnement au moyen de la différence de température

La différence de température entre le départ et le retour chauffage doit correspondre aux valeurs du graphique. Si cette différence est beaucoup plus petite, c'est que la pompe de circulation est surdimensionnée ou que son réglage est trop haut. Il faut alors diminuer le réglage!



Exemple: Chauffage avec radiateurs basse température, température extérieure + 3 °C, différence optimale de température: 7 K.

Aération douce

Aide au dimensionnement
Garantie de performance
Procès-verbal de mise en service

www.garantie-de-performance.ch

Aide au dimensionnement
Aération douce

1 Généralités

Au sens du cahier technique SIA 2023 [1], l'aération douce est une installation d'aération simple assurant un renouvellement d'air suffisant d'un point de vue sanitaire. L'aération douce n'a pas de fonction active de chauffage, de refroidissement ou d'humidification et n'utilise pas de recirculation d'air.

La protection contre la chaleur en été doit faire appel à un système indépendant de l'aération douce, comprenant notamment de bonnes conditions d'ombrage (facteur extérieur) ainsi qu'un refroidissement nocturne grâce à une aération des pièces par les fenêtres. S'il n'est pas possible d'ouvrir les fenêtres la nuit (p. ex. à cause du bruit ou du risque d'allergies), il faut trouver une solution alternative pour l'évacuation de la chaleur.

En Suisse, il convient de respecter les exigences du cahier technique SIA 2023 [1].

Tout ce que peut faire une aération douce:

- Renouveler l'air régulièrement et conformément aux exigences hygiéniques.
- Évacuer en continu l'humidité, les odeurs usuelles et les émissions des matériaux de construction.
- Protéger des bruits extérieurs avec un renouvellement de l'air sécurisé.
- Retenir les poussières et les pollens.
- Garantir le renouvellement de l'air par tous les temps.

Tout ce que ne peut pas faire une aération douce:

- L'aération douce n'est ni une installation de climatisation ni un chauffage de l'air, elle ne remplace pas une isolation thermique.
- Elle ne peut garantir le respect des valeurs limites d'humidité. Celles-ci dépendent largement du comportement de l'utilisateur. Les appareils avec récupération d'humidité peuvent contribuer à la régulation de l'humidité.
- Elle ne peut éviter ni les risques du tabagisme passif ni les pollutions olfactives.
- Elle ne peut pratiquement jamais retenir les odeurs extérieures (cheminées, agriculture). Dans ce but, des filtres à charbon actif onéreux sont nécessaires.

2 Étapes de la conception et responsabilités

Avant même d'étudier le projet d'une installation d'aération, le maître d'ouvrage doit être conscient qu'en tant que donneur d'ordre, il se doit de définir clairement ses exigences et ses souhaits. Plus il fera preuve de compétence, plus l'exécution des tâches commandées sera ciblée et efficiente. En principe, la responsabilité des architectes ne s'arrête pas à l'immeuble en général, mais s'étend notamment à la qualité de l'air ambiant dans celui-ci, au confort thermique et au respect des normes acoustiques. Ils doivent donc veiller au bon fonctionnement de l'aération, et sont tenus de veiller à ce que la construction envisagée présente les conditions optimales pour l'étude, l'installation et le fonctionnement de l'installation d'aération. Dans ce but, ils coopèrent avec les spécialistes des installations techniques et coordonnent leurs travaux.

Les concepteurs des installations techniques conseillent les architectes et maîtres d'ouvrage sur le choix du système et son concept de base. Ils élaborent le projet et proposent les solutions détaillées et les produits. Grâce à leur savoir-faire, ils conseillent les architectes tant en ce qui concerne la conception que la coordination. La conception est souvent l'œuvre de bureaux d'études lorsqu'il s'agit de projets complexes, mais peut également être effectuée par les entreprises chargées de l'exécution des travaux dans le cas d'installations simples.

Ces dernières sont évidemment responsables de la bonne exécution des travaux d'installation. Leur contribution est essentielle à la bonne qualité des installations. Elles doivent également assurer l'instruction des utilisateurs.

3 Aération de l'habitation et des pièces

3.1 Air entrant et air sortant

L'emplacement de la prise d'air extérieur doit être choisi de manière à éviter toute pollution ou gêne prévisible (poussières, odeurs, gaz d'échappement). Il faut évidemment tenir compte de la végétation et de la hauteur maximale d'enneigement.





La prise d'air extérieur doit se situer au moins 0,7 mètre au-dessus du sol.

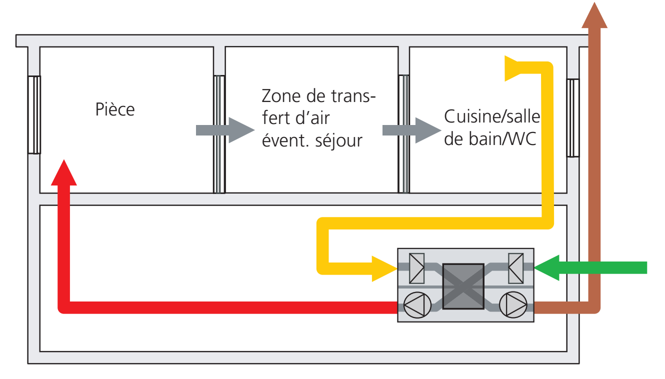
Lorsque la prise d'air extérieur se situe sur des terrains publics ou communautaires, comme des places de jeux p. ex., sa hauteur et sa conception seront telles que toute pollution de l'installation d'aération par négligence ou malveillance est impossible. Pour des raisons hygiéniques, il est interdit de placer les prises d'air extérieur au-dessus de soupiraux ou de grillages situés à même le sol. La bouche de sortie d'air sera conçue de manière à éviter tout court-circuit avec l'air extérieur et toute nuisance pour les habitations environnantes.

3.2 Aération des différentes pièces de l'habitation

Il y aura une arrivée d'air dans les pièces de séjour et de travail et dans les chambres à coucher. Il y aura une extraction d'air dans la cuisine, la salle de bain et les toilettes. En général, les corridors et escaliers se trouvent dans la zone de transfert d'air. Les pièces d'habitation peuvent parfois être situées dans des zones de transfert d'air. C'est souvent le cas dans les habitations nouvelles conçues avec des plans ouverts.

3.3 Débits volumiques d'air et rapports de pression

Normalement, dans le cas d'une aération purement mécanique, la quantité d'air entrant dans une habitation doit correspondre à la quantité d'air sortant. Lorsque les débits volumiques d'air sont identiques, l'habitation ne présente aucune dépression ni surpression. En cas de dépression, le risque est de gêner la combustion dans les appareils consommant de l'air ambiant. Dans le pire des cas, des gaz d'échappement pourraient aboutir dans la pièce. Un autre risque, selon la situation et le type de construction, est qu'une dépression favorise l'apparition de radon dans la pièce. En cas de surpression, le risque d'endommager certains éléments constructifs augmente (condensation aux points de fuite d'air p. ex.).
Ni les systèmes d'aération douce ni les autres types de ventilation ne peuvent garantir un certain niveau d'humidité ambiante.



Principe d'une aération douce.

Les mesures permettant d'éviter des taux d'humidité trop bas sont notamment:
- éviter les débits d'air trop importants
- prévoir un système de régulation de la ventilation en fonction des besoins
- proscrire les températures trop élevées

Dans un premier temps, le débit volumique de l'air entrant et celui de l'air sortant sont calculés séparément. La valeur la plus grande sera celle qui déterminera le dimensionnement. Dans la colonne dont le total donne la valeur la plus petite (p. ex. air sortant), les valeurs pour les différentes pièces seront augmentées de manière à ce que le total de cette colonne corresponde in fine à la somme de l'autre colonne (p. ex. air entrant). Si la somme pour l'air entrant est plus grande, il faut d'abord augmenter le débit d'air sortant de la cuisine (jusqu'à +/– 60 m³/h). Les débits volumiques d'air sortant des autres pièces seront déterminés dans un deuxième temps.

Calcul de l'air entrant

Le débit d'air entrant est calculé en fonction du nombre de pièces de séjour, de travail et de chambres à coucher. Toutes ces pièces seront alimentées en air, sauf celles situées dans une zone de transfert d'air.

Règle d'or: chaque pièce de séjour, de travail, et chambre à coucher reçoit 30 m³/h d'air.

Le cahier technique SIA 2023 expose une méthode plus différenciée, mais, en gros, les valeurs ne s'écartent pas foncièrement de la règle d'or précitée.

Débit minimal de l'air sortant
Débit continu (fonctionnement normal)

Pièce	Débit de l'air sortant
Cuisine (pièce, à l'exclusion de la hotte de cuisson)	40 m³/h
Salle de bain, douche	40 m³/h
WC (sans douche)	20 m³/h

Pour les appartements de moins de trois pièces, les valeurs du tableau «Débit minimal de l'air sortant» peuvent être réduites de 30 %. Les valeurs indiquées au tableau s'appliquent pour une aération fonctionnant en continu pendant toute l'année. Lorsqu'une installation ne fonctionne pas tout le temps en continu (p. ex. en été), il devrait y avoir une allure de fonctionnement «ventilation intensive». Dans cette allure, le débit d'air sortant doit dépasser les valeurs du tableau de 50 %. La ventilation intensive peut être mise en service lors de l'usage du bain ou de la cuisine. Le dimensionnement de l'installation est effectué sur la base des valeurs pour le fonctionnement normal. En Suisse, les pièces humides sans fenêtre sont parfois soumises à des réglementations locales.

3.4 Aération des pièces

L'expérience et les mesures réalisées démontrent que l'endroit où sont placées les bouches d'entrée d'air dans les pièces de séjour habituelles et les chambres à coucher joue un rôle peu important. Cet endroit peut être le plafond, le plancher ou une paroi. Même lorsque l'entrée d'air se situe juste au-dessus d'une porte, il est rare que cela provoque des courts-circuits. Lors du placement des bouches d'entrée d'air, il faut veiller à ce que le souffle ne soit pas dirigé directement sur les zones où se trouvent les personnes, de manière à ne pas les incommoder par des courants d'air.

3.5 Bouches de transfert d'air

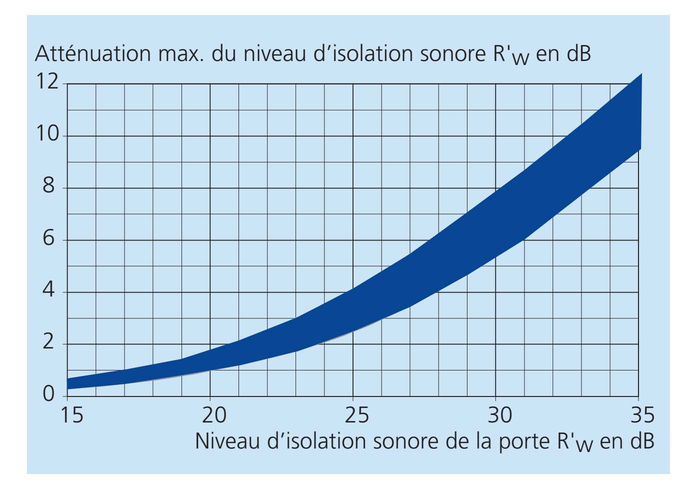
Dans les installations d'aération douce, les bouches de transfert d'air peuvent présenter une chute de pression maximale de 3 Pascal (Pa). Des chutes de pression trop importantes peuvent gêner la répartition de l'air et également favoriser l'infiltration et l'exfiltration par l'enveloppe du bâtiment.

Utilisation des fentes de porte comme bouches de transfert d'air

Cette solution est gratuite et ne requiert aucun entretien. Une hauteur de fente de +/– 7 mm suffit pour un débit de quelque 30 m³/h. Ceci implique qu'il est possible d'employer des portes standard, sans joint planétaire et sans seuil. Les occupantes et occupants doivent simplement être informés qu'il ne faut pas mettre de tapis au niveau de l'ouverture de porte. Conditions pour le transfert d'air par les fentes de porte:

- Le souffle ne peut être orienté vers une zone où se trouvent habituellement des personnes.
- Il faut s'accommoder d'une certaine diminution du niveau d'isolation sonore d'une porte sans joint planétaire.

Débit volumique d'air ± 30 m³/h	➞ Fente = 7 mm
Débit volumique d'air > 40 m³/h	➞ Fente > 10 mm



Réduction du niveau d'isolation sonore d'une porte avec une fente de 5 mm à 10 mm.

Pour les débits volumiques dépassant 40 m³/h (p. ex. salle de bain), la fente doit être d'au moins 10 mm. Cette ouverture peut provoquer le passage de lumière à travers la fente, ce qui est parfois gênant. Plus la fente des portes dépourvues de joint planétaire est grande, moins le niveau d'isolation sonore sera élevé. C'est toutefois peu perceptible pour les portes simples présentant des valeurs R'_w (en décibels) entre 15 dB et 20 dB.

Isolation sonore des bouches de transfert d'air

Lorsqu'un niveau élevé d'isolation acoustique est exigé, il est possible d'installer des bouches de transfert d'air munies d'un dispositif d'isolation sonore dans ou au-dessus des portes ou encore dans le chambranle. Il faut toutefois vérifier si cette bouche de transfert spéciale laisse effectivement passer nettement moins de bruit qu'une simple fente. Ce n'est pas le cas pour des valeurs $D_{n,e,w}$ sous 33 dB ou R'_w sous +/– 10 dB. Pour que l'isolation sonore ne soit pas diminuée de plus de 1 dB à cause de la bouche de transfert d'air, la valeur $D_{n,e,w}$ de cette dernière doit au moins dépasser de 15 dB la valeur R'_w de la porte.

Attention: Les débits nominaux mentionnés ici peuvent parfois être pris en considération pour des pertes de pression supérieures à 3 Pa. Il y a parfois de grandes différences dans la manière dont les fournisseurs déclarent les valeurs acoustiques habituellement usitées. Il faut absolument exiger l'emploi de valeurs normalisées, c'est-à-dire exprimées en valeurs R'_w- ou $D_{n,e,w}$. En cas d'exigences particulières en matière d'isolation sonore, il faudra recourir à un acousticien.

3.6 Extraction d'air dans la cuisine

Outre l'aération de base, il faut prévoir une ventilation intensive séparée pour la zone de cuisson (hotte). Les hottes à recirculation, ainsi que le raccordement de la hotte à l'aération douce, présentent l'avantage de ne nécessiter aucun air de remplacement et de ne perturber ainsi aucun système de chauffage.
Les exigences en matière de protection contre le feu, en ce qui concerne le raccordement de hottes à l'aération douce, sont décrites dans le document AEAI n° 26-007 [3]. Il est notamment obligatoire d'installer un dispositif de coupure automatique spécial. Dans ce type d'installations combinées, on ne peut employer que des appareils de ventilation permettant une récupération de la chaleur au moyen d'échangeurs de chaleur à plaques et sans récupérateur d'humidité.
Dans le cas des hottes d'extraction, il convient de veiller au renouvellement de l'air de remplacement. Ce renouvellement peut s'effectuer indifféremment via une bouche d'alimentation en air extérieur ou une fenêtre ouverte; l'essentiel est de veiller au confort thermique et aux rapports de pression (risque de dépression).

Un renouvellement d'air par le biais d'une bouche d'alimentation en air extérieur est tout au plus envisageable lorsque la hotte est très petite et que l'habitation ne comprend aucune chaudière. Dans le cas de hottes de taille moyenne à grande, il n'existe quasiment aucune solution adaptée pour les bouches d'alimentation en air extérieur.

Dans le cas d'un renouvellement d'air par le biais d'une fenêtre actionnée manuellement, il convient de partir du principe qu'un dispositif de contrôle de la pression est nécessaire, notamment lorsqu'une chaudière se trouve dans l'habitation. Plusieurs solutions existent, dont des interrupteurs à contact pour l'ouverture de la fenêtre, des fenêtres automatisées (voir le chapitre sur l'aération automatisée par les fenêtres), des hottes munies d'un dispositif intégré de contrôle de la pression et/ou, en présence de chaudières automatiques (pellets), la désactivation de la chaudière.

Lors du choix de la hotte, il est primordial de considérer l'efficacité de l'aspiration. En d'autres termes, la hotte doit aspirer les vapeurs et les odeurs de la zone de cuisson le plus directement et le plus complètement possible. L'efficacité de l'aspiration ne dépend pas en premier lieu du débit volumique d'air, mais de la construction et de la situation d'intégration. Des hottes ayant de faibles débits volumiques d'air (p. ex. 300 m^3/h) peuvent présenter une efficacité d'aspiration élevée.

Le principe de base reste le suivant: plus le débit volumique d'air d'une hotte est faible, moins nombreux sont les problèmes susceptibles d'apparaître (dépression, courants d'air, bruits).

> Lors de l'utilisation de hottes d'évacuation d'air vicié, il y a lieu de réguler le renouvellement de l'air de remplacement afin d'éviter toute dépression.

Les hottes d'extraction expulsent l'air vicié de la cuisine vers l'extérieur. Dans les habitations bien isolées, il faut par conséquent réguler le renouvellement de l'air de remplacement. Tant pour des raisons hygiéniques que de sécurité technique, il y a lieu d'éviter les dépressions. Les mesures effectuées démontrent que l'air de remplacement peut parfois provenir de sources potentiellement problématiques en ce qui concerne la qualité hygiénique, comme les gaines techniques par exemple. Il y a également le risque d'une augmentation de la concentration de radon. Il suffit d'ouvrir une fenêtre basculante dans la cuisine de quelques centimètres pour éviter la gêne ou le danger liés à une dépression d'air. L'ouverture de la fenêtre peut être surveillée par un interrupteur à contact, ou automatisée par le biais d'une commande motorisée. Lorsqu'aucune de ces solutions ne peut être mise en œuvre, il est également possible d'installer un détecteur de dépression. Il existe par exemple des hottes munies d'un dispositif intégré de contrôle de la pression ou des dispositifs de surveillance séparés.

Un renouvellement d'air par le biais de bouches d'alimentation en air extérieur n'est pas une solution facile. Il faut installer des bouches de très grande taille, et le danger de dépression risque de persister malgré tout. Les bouches d'air extérieur sont également problématiques pour des raisons de physique de construction (ponts thermiques, risque de condensation) et d'entretien.

La combinaison d'une extraction d'air de la cuisine et d'une installation d'aération douce est admise dans certaines conditions. De plus amples détails figurent dans le document AEAI n° 26-007 [4]. Dans ce cas, un dispositif de coupure automatique spécial est indispensable. Dans ce type d'installations combinées, on ne peut employer que des appareils de ventilation permettant une récupération de la chaleur au moyen d'échangeurs de chaleur à plaques et sans récupérateur d'humidité.

3.7 Chaudière présente dans l'habitation

En principe, tous les chauffages actuels bénéficient d'une alimentation directe en air de combustion à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment. Une alimentation directe en air de combustion ne signifie toutefois pas que l'appareil de chauffage soit totalement indépendant de l'air ambiant! C'est surtout avec les poêles à bois (ou à pellets) qu'une dépression peut attirer des gaz dans la pièce, par la porte de la chambre de combustion, du cendrier ou d'autres ouvertures. Les poêles à bois et à pellets sont globalement dépendants de l'air ambiant, même lorsque l'air de combustion est amené par une conduite séparée.

Une installation de ventilation ne peut en aucun cas générer une dépression susceptible de gêner le fonctionnement d'un chauffage (p. ex. extraction d'air dans la cuisine, dispositif simple d'extraction d'air). A titre indicatif, lors du fonctionnement du chauffage, la dépression dans la pièce ne doit pas excéder 4 Pa. Dans le cas de chauffages indépendants de l'air ambiant, la dépression peut s'élever au max. à 8 Pa. Pour plus d'informations, consultez le cahier technique SIA 2023.

Pour éviter tout risque de dépression en cas de panne du système de ventilation, le ventilateur d'extraction d'air doit pouvoir se couper automatiquement dès que le ventilateur d'amenée d'air tombe en panne. Un dispositif de contrôle purement électrique est suffisant, il n'est pas nécessaire d'avoir un détecteur de pression. Les poêles à bûches ou pellets peuvent être équipés en option de détecteurs de dépression pouvant couper la ventilation en cas de nécessité.

4 Protection contre le feu

Les exigences en matière de protection contre le feu applicables en Suisse aux installations de ventilation sont reprises dans la directive de protection incendie AEAI 26-03 «installations aérauliques» de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI) [2]. Les points principaux sont résumés ci-après.

4.1 Appareils de ventilation

Les appareils de conditionnement d'air et les pièces incorporées doivent être fabriqués en matériau incombustible. Cette exigence ne concerne pas les installations en logement individuel, qui peuvent par exemple être équipés d'une installation de récupération de chaleur en matière synthétique.

4.2 Clapets coupe-feu et répartition sur les canaux de ventilation montants

Dans les immeubles à plusieurs logements, l'alimentation de plusieurs appartements par une conduite commune est autorisée. L'utilisation de clapets coupe-feu n'est pas obligatoire lorsque la surface totale des compartiments coupe-feu groupés quant à la ventilation ne dépasse pas 600 m^2. Cette surface peut être répartie sur plusieurs étages. Dans ce cas, chaque appartement est considéré comme compartiment coupe-feu.

4.3 Canaux de ventilation

Les canaux de ventilation doivent être construits en matériau incombustible. Dans les appartements et maisons individuelles, les conduites de ventilation encastrées dans la maçonnerie, les tubes enterrés (serpentins) ainsi que les canaux de ventilation des installations pour une température de l'air jusqu'à 40 °C sont exclus de cette disposition. Pour ces exceptions, l'indice d'incendie 4.2 (directives AEAI) doit toutefois être respecté. Cette exception ne s'applique pas à l'évacuation de l'air vicié de la cuisine (vapeurs). En outre, l'isolation thermique des canaux de ventilation doit être réalisée en matériau incombustible.

Il n'est pas exigé de distance de sécurité pour les canaux de ventilation des installations pour une température de l'air jusqu'à 40 °C, situés à l'intérieur des appartements et des maisons individuelles. Ceci signifie donc qu'à l'exception des chauffages à air chaud, le tracé des conduites d'amenée d'air dans un appartement est libre dans une large mesure.

5 Bruit

Conformément au cahier technique SIA 2023, la ventilation dans les pièces de séjour et les chambres à coucher ne peut générer un niveau de pression acoustique supérieur à 25 dBA. L'expérience apprend que le nombre de personnes mécontentes augmente fortement dès que le niveau de pression acoustique dépasse 25 dBA. La valeur de 25 dBA vaut pour le jour comme pour la nuit.

Le point de référence pour la mesure du bruit se situe approximativement au milieu de la pièce, à 1 m du sol. La mesure est effectuée sans mobilier et toutes portes fermées.

6 Traitement de l'air

6.1 Appareil de ventilation

Les appareils de ventilation équipés d'échangeurs de chaleur à contre-courant ou à contre-courant croisé peuvent transférer à l'air entrant environ 80 % de la chaleur sensible présente dans l'air sortant. Les appareils équipés d'échangeurs de chaleur à courant croisé ne permettent généralement de récupérer qu'entre 50 % et 60 % de la chaleur sensible. À côté des échangeurs de chaleur à plaques, fort répandus, il y a également des appareils de plus petite taille équipés d'échangeurs de chaleur rotatifs permettant un taux de récupération de chaleur d'environ 80 %. Il existe également sur le marché un système dans lequel un corps formé de profilés en aluminium assure la récupération de chaleur tout en constituant la conduite montante. Cet «échangeur de chaleur à canal d'air» peut atteindre un taux de récupération proche de 80 %, lorsque le profil et la longueur sont parfaitement ajustés.

À côté des appareils limités à la récupération de chaleur proprement dite, il existe des appareils récupérant également l'humidité, permettant de limiter la gravité du problème d'un air très sec dans des pièces lorsque les températures extérieures sont très basses. Un système de commande / régulation adapté évite une trop grande humidité des pièces en été. En été, il est généralement préférable de pouvoir couper la récupération de chaleur. Les appareils équipés d'échangeurs de chaleur à plaques disposent d'un «mode by-pass» pour l'été.

6.2 Ventilateurs

Les appareils de ventilation de la nouvelle génération disposent en général de ventilateurs à courant continu ou mus par des moteurs EC. Ces ventilateurs ont un rendement quasi double de ceux de l'ancienne génération, équipés de moteurs à courant alternatif, et permettent un réglage aisé des débits.

Conformément au cahier technique SIA 2023, la consommation électrique spécifique ne doit pas excéder les valeurs suivantes:

- Aération douce avec récupération de chaleur uniquement: 0,28 W/(m^3/h)
- Aération douce avec récupération de chaleur et réchauffeur d'air: 0,34 W/(m^3/h)

Ces valeurs s'appliquent à un fonctionnement normal avec des filtres neufs.

Détermination de la valeur caractéristique

- Mesurer la puissance absorbée de l'appareil de ventilation.
- Diviser cette puissance par la moyenne du débit volumique de l'air entrant et sortant.

6.3 Protection d'antigivrage et réchauffeur

Pour que le système de récupération de chaleur ne gèle pas lorsque les températures extérieures sont très basses, des mesures de protection active et passive contre le givrage sont nécessaires. Les différentes variantes peuvent présenter des consommations énergétiques extrêmement variables. Aux points [4] et [5], vous trouverez des éléments et indications supplémentaires permettant de calculer cette consommation énergétique.

Classement énergétique et sanitaire des solutions

1. Echangeur de chaleur géothermique ou récupérateur de chaleur avec récupérateur d'humidité (p. ex. rotor de sorption ou échangeur enthalpique. Tenir compte des limites imposées par le fabricant)
2. Commande du by-pass (la température de l'air entrant étant plus basse, un système de réchauffage est souvent nécessaire)
3. Dans les installations pour logements multiples: préchauffage au moyen du chauffage (via un circuit intermédiaire d'eau glycolée)
4. Dans les installations en logement individuel, sur autorisation: dégivrage par arrêt de l'installation
5. Préchauffeurs électriques à puissance variable régulée
6. Préchauffeurs électriques à une seule allure de fonctionnement, avec optimisation du rapport de température dans la plage de 50 à 70%

La protection d'antigivrage (ou la commande de ventilation associée) ne doit causer aucune dépression dans l'habitation. Conformément à la norme SIA 384/1: 2009, une telle solution ne doit pas être utilisée avec des chauffages dépendants de l'air ambiant.

6.4 Filtres

Selon SIA 382/1 et SIA 2023, il est nécessaire de monter des filtres à air frais de classe F7 pour respecter la norme d'hygiène actuelle. Pour l'air sortant, lorsqu'il y a un système de récupération de chaleur équipé d'un échangeur de chaleur à plaques, un filtre pour poussières plus grandes de la classe G3 suffit. Dans le cas d'un système de récupération de chaleur à rotor, l'air sortant doit passer par un filtre de classe F6.

L'appellation «filtre à pollens» ne fournit aucune indication sur la qualité du filtre! Les filtres sont à usage unique!

Il y a lieu de privilégier les filtres à poches ou à cellules, dans la mesure où ils présentent une perte de pression peu importante (par rapport aux tapis filtrants) et une durée de vie plus longue. Il faut régulièrement vérifier les filtres, qui devraient être munis d'un dispositif indiquant quand il est temps de les remplacer.
Il est possible d'intégrer des filtres de charbon actif pour capter les odeurs extérieures. Or, cette option ne devrait être appliquée qu'exceptionnellement étant donné que ces filtres entraînent une perte de pression supplémentaire, ce qui se traduit par une augmentation de la consommation d'énergie et du niveau sonore.
En règle générale, les filtres doivent être remplacés deux à quatre fois par an. Plus la surface de filtrage est grande, plus le filtre devrait avoir une longue durée de vie. Dès qu'ils sont démontés, les filtres doivent être emballés dans un sac plastique pour être mis à la poubelle. Un filtre ne peut jamais être nettoyé ou lavé sous peine de perdre pratiquement toute son efficacité et de contaminer les personnes qui le manipulent.

7 Commande et régulation

Dans les installations en logement individuel, l'allure de fonctionnement doit pouvoir être réglée par les occupants. Les commandes à trois allures se sont avérées intéressantes. Le dimensionnement du système est basé sur l'allure moyenne, pour le fonctionnement normal. Lorsque l'habitation n'est que peu ou pas occupée, on peut choisir l'allure la plus basse, qu'on appelle la ventilation de base. L'allure la plus élevée, à savoir la ventilation intensive, sert à évacuer au plus vite l'humidité et les odeurs.
Pour un taux d'occupation habituel, la ventilation sera en mode normal, même la nuit. L'organe de commande sera monté de manière facilement accessible, et à un endroit central dans l'habitation (corridor ou cuisine). Ici aussi, l'état d'usure du filtre devrait être indiqué.
Dans le cas de logements inoccupés en hiver pendant des périodes relativement longues (plusieurs jours à plusieurs semaines), une faible humidité de l'air ambiant peut causer des dommages matériels. Lorsque le logement reste longtemps inutilisé (p. ex. logements vacants), le débit volumique d'air doit être réduit par des mesures appropriées, même pour les installations concernant plusieurs logements. Lorsque les périodes de non utilisation sont plus courtes dans des logements occupés à l'année (p. ex. vacances d'hiver), on peut utiliser un système d'humidification temporaire de l'air ambiant. Les occupants et exploitants de l'installation doivent être informés de ces solutions.

8 Système de répartition

8.1 Dimensionnement

Pour une maison familiale, la somme des pertes de pression pour l'air entrant et l'air sortant devrait être de max. 100 Pa. Cette somme comprend toutes les conduites d'air, le registre d'air géothermique et toutes les bouches d'air. Les pertes de pression dans l'appareil de ventilation ne sont pas prises en compte.
Une perte de pression supérieure à 100 Pa est permise pour autant que la puissance électrique spécifique parvienne à respecter les valeurs indiquées au paragraphe 6.2. La valeur indicative de 100 Pa est en général respectée lorsque les vitesses de l'air dans les conduites restent en deçà de 2,5 m/s et qu'aucun accessoire spécial (clapet de non-retour, régulateur de débit) n'est employé.

8.2 Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air doit au moins correspondre à la classe C. Les tubes offrent une étanchéité meilleure que les gaines rectangulaires en tôle. Il y a lieu d'employer des raccords parfaitement étanches: joints à lèvres, rubans adhésifs conservant leur élasticité ou rubans rétractables à froid.

Contrôle: Test de fumée avant l'isolation ou bilan du débit d'air au moyen d'un instrument de mesure précis (Flow Finder).

8.3 Isolation thermique

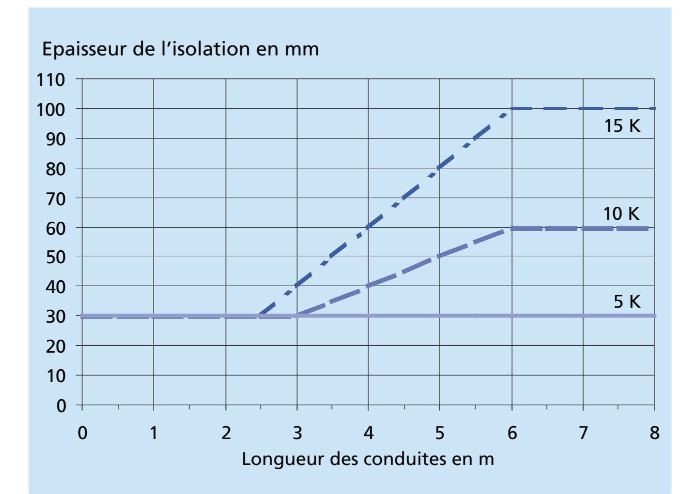
L'isolation thermique des conduits d'aération doit être réalisée conformément à l'aide à l'application du MoPEC «Installations de ventilation» [7].

Le diagramme suivant s'applique lorsque les conditions suivantes sont respectées simultanément:

- débit d'air maximal en fonctionnement normal: 217 m³/h (pour une vitesse de l'air max. admissible de 3 m/s, ceci correspond à un diamètre de 160 mm);
- conduits ronds avec un diamètre maximal de 160 mm;
- aération douce sans fonction de chauffage ou de refroidissement (système de ventilation simple selon le cahier technique SIA 2023, mais pas de chauffage à air chaud ou de système de climatisation);
- appareil de ventilation avec récupération de chaleur (échangeur de chaleur à plaques ou rotatif), mais pas de pompe à chaleur sur l'air rejeté.

Si l'une de ces conditions n'est pas respectée, consulter la directive indiquée.

Le risque de condensation (buée) doit être évalué indépendamment de ces exigences. Une isolation thermique plus importante peut éventuellement être nécessaire.



Les courbes doivent être appliquées comme suit:

Temp. diff	Cas
5 K	(Recommandation) Conduites d'air entrant et conduites d'air sortant dans des locaux fermés et non chauffés au sous-sol (p. ex. locaux techniques, cave)
10 K	Conduites d'air pulsé et conduites d'air extrait à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment dans des locaux fermés au sous-sol (p. ex. locaux techniques, cave)Les installations avec des échangeurs de chaleur sol ou autres dispositifs de préchauffage avant la récupération de chaleur: conduites d'air entrant et conduites d'air sortant à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment.
15 K	Conduites d'air pulsé et conduites d'air extrait à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment (exceptions pour les locaux au sous-sol, voir ci-dessus). Installations sans échangeurs de chaleur sol et sans autres dispositifs de préchauffage de 'air avant la récupération de chaleur. Conduites d'air entrant et conduites d'air sortant à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment.

Epaisseur d'isolation minimale de conduites d'air, tuyaux et canalisations en présence d'une isolation thermique présentant une conductivité thermique de 0,03 W/mK < $\lambda \leq$ 0,05 W/mK [7]

8.4 Hygiène et nettoyage

Les conduites à parois lisses sont plus faciles à nettoyer que les surfaces ondulées ou poreuses. Lorsqu'un tronçon devant être nettoyé n'est accessible que par un seul côté (p. ex. prise d'air entrant), sa longueur ne devrait pas excéder 12 m. Si la conduite est accessible par les deux extrémités, elle pourra avoir le double de longueur.

Les coudes à 90° (1,5 d) ne peuvent être nettoyés qu'à partir d'un diamètre de 80 mm. Pour les petits diamètres, il faudra opter pour des grands rayons ou utiliser 2 coudes de 45°. Pour chaque tronçon à nettoyer, il ne pourra y avoir plus de 3 déviations de 90°.

Les éléments impossibles à nettoyer au moyen d'une tige ne pourront être encastrés dans la maçonnerie. Ceci concerne notamment les silencieux, les réductions ou la robinetterie. Les coffrets de distribution noyés dans les dalles doivent être munis d'une ouverture de contrôle.

Dans les logements locatifs, le réseau de conduites doit être inspecté tous les 6 ans, et au plus tard tous les 10 ans pour les logements en propriété. Un nettoyage doit être effectué selon le besoin. La fréquence de nettoyage des conduites d'air entrant peut être nettement supérieure à 10 ans pour autant que l'on dispose d'une extraction d'air extérieur impeccable, qu'on emploie un filtre d'air entrant de classe F7 et que la maintenance soit effectuée de façon correcte.

9 Puits canadien

9.1 Echangeur de chaleur sol/air

Les tubes entrant dans la maison doivent présenter une pente d'au moins 2 % à 5 % (suivant le sol et le matériau des tuyaux). Un dispositif d'écoulement du condensat doit être prévu à l'intérieur de l'immeuble. Les prescriptions en matière de nettoyage et d'hygiène reposent sur les mêmes principes que le système de distribution.

En pratique, l'emploi de tubes rigides est plus fiable que celui de tuyaux flexibles (glissements de terrain, dommages mécaniques). Lorsque l'on emploie des tuyaux flexibles, il faut éviter de placer des raccords en pleine terre.

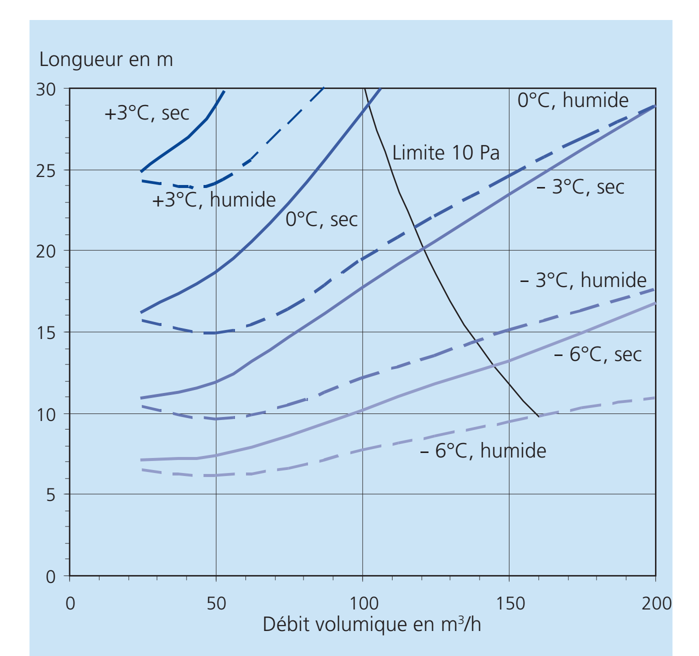
La perte de pression du registre d'air géothermique peut être au maximum de 10 Pa. Dans le graphique ci-dessous la «limite des 10 Pa» est représentée par une ligne noire. La zone à gauche de cette ligne est du bon côté, c'est-à-dire que la perte de pression y est inférieure à 10 Pa. Dès la conception de l'installation, il faut éviter de se trouver à droite de la ligne. Cette ligne vaut pour une installation faite en tubes lisses, comportant deux coudes de 90° ainsi qu'une entrée et une sortie de tube.

Le graphique permet de déterminer la longueur de (chaque) tube nécessaire sur la base du débit, de la température minimale de l'air sortant du registre d'air géothermique et de l'humidité de la terre. Les températures de l'air sortant ne seront inférieures à la température prévue qu'à raison de 9 h/an (soit 1 ‰ du temps). Ces valeurs reposent sur un calcul effectué au moyen du programme WKM (www.hetag.com).

Pour protéger un appareil de ventilation du givrage, la température d'entrée minimale du côté de l'air extérieur peut généralement être inférieure à 0 °C. Pour les appareils équipés d'échangeurs de chaleur à contre-courant, une température de – 3 °C est habituelle; pour les appareils équipés d'échangeurs de chaleur à courant croisé, une température de – 6 °C est admissible. Les données des fabricants sont déterminantes.

Pour le dimensionnement thermique, le diagramme reste valable pour les tubes d'un diamètre intérieur inférieur à 150 mm. Une bonne marge de sécurité est prévue. La perte de pression est toutefois supérieure et peut être déterminée avec un bon niveau de précision.

Pour des débits supérieurs à 100 m³/h, le diagramme fournit une bonne approximation, et ce également pour des tuyaux d'un diamètre intérieur jusqu'à 200 mm. Pour disposer d'une certaine marge de sécurité, les longueurs données par le tableau devraient être augmentées d'environ 10 %. Pour un dia-



Conditions du diagramme

- Diamètre intérieur du tube: 154 mm
- Plateau suisse: altitude 500 m
- Tubes parallèles à une profondeur de 1,5 m et distants de 1 m
- Premier tube à 1,5 m du mur de la cave avec une valeur U de 0,3 W/m K
- Installation de ventilation à fonctionnement permanent

Plage d'utilisation de tubes de registres d'air géothermique avec un diamètre intérieur de 150 mm, conditions générales suivant l'encadré.

mètre intérieur de 200 mm, la perte de pression dans l'entièreté du diagramme est < 10 Pa.

Les données du diagramme valent pour un fonctionnement normal, qui correspond généralement à l'allure moyenne dans les installations à trois allures. Lorsque cette installation fonctionne à l'allure la plus basse pendant au moins 12 h par jour, la longueur de tube peut être réduite d'environ 20 %.

Exemple de lecture

La température minimale de sortie exigée est de –3 °C pour une terre humide. Le débit d'air extérieur total est de 150 m³/h, réparti sur deux tubes parallèles, ce qui donne 75 m³/h par tube. Sur la base de ces données, le diagramme donne une longueur de 10,5 m. C'est la longueur de chacun des deux tubes.

9.2 Echangeur de chaleur sol/eau glycolée

Au lieu de registres d'air géothermiques, l'air extérieur peut également être préchauffé de manière indirecte par un circuit de saumure. Des tubes d'un diamètre de 30 mm à 40 mm sont enfoncés sur une profondeur de 1,5 m à 2 m. Comme valeur indicative pour une maison familiale, on peut estimer la longueur totale des tubes à +/– 80 m. Le dimensionnement sera calculé par le fournisseur du système. Pour les bâtiments possédant des pompes à chaleur à sonde géothermique, cette zone peut éventuellement être utilisée pour le préchauffage et le refroidissement de l'air extérieur. Cette possibilité doit particulièrement être prise en compte lors du dimensionnement de la sonde géothermique.

10 Entretien et utilisation

10.1 Montage

Les conduites d'air et appareils entreposés sur le chantier devront être protégés des poussières et de l'humidité. Les éléments en matière synthétique, comme les conduites d'air en PE, devront être protégés de la lumière solaire. Des contrôles de propreté et d'étanchéité devront être effectués immédiatement après l'installation. Entre la fin de l'installation et le début de la mise en service, les conduites et bouches d'air devront être occultées afin de les protéger des poussières.

10.2 Mise en service et réception

La «garantie de performance» contient des procès-verbaux spécifiques pour la mise en service et la réception. L'installation ne peut être mise en service avant le nettoyage final du chantier. La propreté de l'installation devra être contrôlée avant la mise en service; si nécessaire, il faudra procéder à son nettoyage. Dans chaque pièce, les débits devront être réglés, mesurés et consignés dans un procès-verbal. Les filtres devront être remplacés avant ou lors de la réception.

10.3 Instruction et entretien

Le maître d'ouvrage et les utilisateurs de l'installation (c'est-à-dire les habitants lorsqu'il s'agit d'installations en logement individuel) reçoivent une instruction; le changement des filtres pourra notamment faire l'objet d'une démonstration. La brochure Minergie [6] est une documentation mise à la disposition des habitants. Les travaux et intervalles d'entretien seront définis, planifiés et budgétisés conformément au cahier technique SIA 2023. Les mandats d'entretien seront définis au plus tard à la date de réception de l'installation. Il s'agira de définir qui (service d'entretien interne, sociétés externes) sera responsable des différents travaux à effectuer.

11 Bibliographie et répertoire des sources

Normes et directives

[1] Cahier technique SIA 2023: Ventilation des habitations. SIA, Zurich 2008 (www.sia.ch)

[2] Directive de protection incendie AEAI 26-03d Installations aérauliques. AEAI, Berne, 2003 (http://bsvonline.vkf.ch/)

[3] FAQ AEAI26-007d 26-007d Prescription de protection incendie – Raccordement de hottes de cuisine au système de ventilation. AEAI, Berne, 2006 (http://bsvonline.vkf.ch → FAQ)

Bibliographie

[4] Huber H.: Komfortlüftung Planungshandbuch. Faktor Verlag, Zürich 2008

[5] Huber H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006

[6] Brochure Minergie: J'emménage dans un appartement Minergie, www.minergie.ch

[7] Aide à l'application du MoPEC EN-4: Installations de ventilation. Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie, janvier 2009, www.endk.ch

Garantie de performance
Aération douce

Ce formulaire ne concerne que les installations en logement individuel.

1 L'installation proposée garantit un confort élevé.	oui	non
L'aération douce fournit à toutes les salles de séjour, chambres à coucher et bureaux le débit d'air approprié sur le plan hygiénique. L'air sortant est évacué de façon continue de toutes les cuisines, salles de bain et WC. Les débits volumiques d'air correspondent à l'aide au dimensionnement ou à la notice SIA 2023.	○	○
Les débits volumiques d'air peuvent être réglés et mesurés dans toutes les pièces ventilées (par un professionnel de la ventilation muni d'un outil).	○	○
L'appareil de ventilation est régulé par un boîtier de commande situé dans l'habitation.	○	○
En plus du service normal, il existe un réglage de ventilation de base et un réglage de ventilation intensive.	○	○
L'aération douce répond aux exigences de confort thermique. Le type et la disposition des bouches d'entrée d'air, ainsi que la température de ce dernier, garantissent l'absence de courants d'air.	○	○

2 L'installation proposée correspond à un standard d'hygiène élevé.	oui	non
La prise d'air extérieur est positionnée de manière à fournir à l'installation la meilleure qualité d'air extérieur possible (voir l'aide au dimensionnement).	○	○
L'air entrant est filtré par un filtre à particules de la classe F7 (ou supérieure).	○	○
L'installation est équipée d'un contrôle de filtrage automatique.	○	○
L'affichage/le témoin «Changer le filtre» se trouve sur ou à proximité de la commande à distance de la régulation.	○	○
Ni le positionnement de la bouche de sortie d'air ni la présence de fuites ne nuisent à la qualité de l'air entrant de l'appartement ou de ses voisins.	○	○
Le montage et la mise en service sont réalisés avec soin. Tous les composants sont protégés de la poussière et de l'humidité.	○	○
Toutes les parties de l'installation peuvent être nettoyées et sont accessibles en conséquence.	○	○
L'aération douce n'introduit pas de pollution au radon supplémentaire. Cet aspect est pris en compte au niveau de la prise d'air extérieur, des matériaux et des débits d'air.	○	○

3 L'installation proposée garantit une bonne protection acoustique.	oui	non
Le niveau de pression acoustique créé par l'installation de ventilation en service normal, dans les salles de séjours et les chambres à coucher, ne doit pas dépasser 25 dBA.	○	○
L'isolation du bruit de choc n'est pas atténuée par les conduites et les bouches d'air.	○	○





4 L'installation proposée est performante sur le plan énergétique.	oui	non
Le système de récupération de chaleur dans l'appareil de ventilation transmet à l'air entrant au moins 80 % de la chaleur sensible contenue dans l'air sortant.	O	O
L'isolation thermique est réalisée conformément aux directives du MoPEC 2008, ou plutôt selon les prescriptions cantonales «Installations de ventilation et de climatisation» (voir Aide au dimensionnement)	O	O
La consommation électrique des ventilateurs répond aux exigences de l'aide au dimensionnement.	O	O
D'éventuels dispositifs de dégivrage et de réchauffage sont spécialement étudiés pour l'installation, sont constamment régulés et consomment un minimum d'énergie (voir l'aide au dimensionnement).	O	O
L'appareil de ventilation a été contrôlé par un laboratoire accrédité indépendant. Les résultats du contrôle sont rendus publics.	O	O

5 L'installation proposée est d'un fonctionnement sûr et fiable.	oui	non
L'aération douce ne produit aucune dépression susceptible de perturber un chauffage dépendant de l'air ambiant.	O	O
Les conduites d'air sont isolées de façon à empêcher toute condensation.	O	O

6 L'installation proposée comporte toutes les options suivantes.	oui	non
Les options peuvent également résulter de conditions particulières (p. ex. protection contre le gel dans les zones alpines).		
Récupération d'humidité: En plus de la chaleur sensible, de l'humidité est transmise de l'air sortant à l'air entrant. L'humidité de l'air ambiant est ainsi augmentée en hiver, sans consommation énergétique supplémentaire. L'humidité est contrôlée de manière automatique, ce qui permet d'éviter une humidité ambiante trop élevée en été.	O	O
Échangeur de chaleur sol-air: L'air extérieur est préchauffé par un échangeur de chaleur sol-air. La protection contre le gel du système de récupération de chaleur est ainsi garantie. L'échangeur de chaleur sol-air répond aux exigences de l'aide au dimensionnement.	O	O
Échangeur de chaleur sol-eau glycolée: L'air extérieur est préchauffé par un échangeur de chaleur géothermique. La protection contre le gel du système de récupération de chaleur est ainsi garantie. L'échangeur de chaleur sol-eau glycolée répond aux exigences de l'aide au dimensionnement.	O	O
Mode by-pass (été): La récupération de chaleur est court-circuitée en été par un by-pass. Le mode by-pass pour l'été répond aux exigences de l'aide au dimensionnement.	O	O
Préchauffage/réchauffage par la chaufferie: Un aérotherme réchauffe l'air extérieur ou l'air entrant. Il est alimenté par la production de chaleur du chauffage des locaux. L'aérotherme est optimisé sur le plan énergétique et relié au système de régulation.	O	O
Aérotherme électrique: Un aérotherme électrique à puissance régulée protège le système de récupération de chaleur du gel. Remarque: cette option ne doit être installée que dans des cas exceptionnels justifiés. Les aérothermes d'installation ou de fonctionnement non optimisés peuvent entraîner une consommation électrique élevée.	O	O
Bouches de transfert d'air: Des bouches de transfert d'air spéciales entre les pièces, assurent une protection contre le bruit supérieure à la moyenne. Les bouches de transfert d'air répondent aux exigences de l'aide au dimensionnement.	O	O
Régulation de la qualité de l'air: La qualité de l'air est constamment mesurée et régulée par la variation automatique du débit d'air.	O	O
Ventilation des locaux voisins par l'aération douce: Les locaux attenants (p. ex. rangements, locaux techniques ou vestiaires) sont raccordés à l'aération douce. Les spécifications détaillées figurent également dans l'offre.	O	O
Ventilation des locaux attenants par des dispositifs/appareils de ventilation spécifiques: Les rangements, locaux techniques ou vestiaires sont équipés des dispositifs ou d'appareils de ventilation spécifiques. Leurs spécifications figurent dans l'offre.	O	O

Filtres spéciaux: La filtration de l'air entrant est d'une qualité supérieure aux exigences minimales. Ses spécifications figurent également dans l'offre.	O	O
Notre entreprise, en tant qu'entreprise générale responsable, réalise intégralement l'aération douce. Nous organisons tous les travaux accessoires. **Remarque:** cette option est valable pour les équipements de bâtiments existants.	O	O

7 L'offre comprend toutes les prestations nécessaires à la conception et à la mise en service d'une installation de haute qualité.	**oui**	**non**
L'architecte, le concepteur, la direction des travaux, le maître d'ouvrage et les entreprises impliquées (électricité, sanitaires…) disposent de toutes les informations nécessaires à l'intégration technique et à la réalisation des interfaces.	O	O
L'installation est réglée et mise en service. Une documentation est délivrée. Les utilisateurs reçoivent des instructions. La description détaillée de ces prestations se trouve dans le formulaire «Procès-verbal de mise en service».	O	O
Un projet de contrat de maintenance est joint à l'offre. Les prestations qui y figurent garantissent le maintien du fonctionnement et de la valeur de l'installation.	O	O

8 Signatures		
Lieu, date		Objet
Maître d'ouvrage/utilisateur	Représentant des maîtres d'ouvrage/architecte/concepteur	Entrepreneur

Procès-verbal de mise en service
Aération douce

1 Matériel			
1.1 Appareil de ventilation			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
Marque, type		○	○
Système de récupération de chaleur; genre, type		○	○
Entraînement du ventilateur: genre, type (AC, DC, EC)		○	○
Protection contre le gel: genre, type, puissance		○	○
Mode by-pass pour l'été		○	○
Filtre à air entrant (classe)		○	○
Filtre à air sortant (classe)		○	○
Filtres de remplacement (au moins 1 paire) disponibles?		○	○
Options: voir 1.8			
1.2 Commande/régulation			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
Genre, type		○	○
Commande à distance: genre, type, emplacement		○	○
Contrôle des filtres		○	○
1.3 Air extérieur et air rejeté			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
Prise d'air extérieur: genre et situation		○	○
Prise d'air rejeté: genre et situation		○	○
1.4 Echangeur de chaleur sol-air			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
Genre, type		○	○
Déshumidification (essai de fonctionnement)		○	○
1.5 Appareils et composants			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
Genre d'amortisseur de bruit, type: air entrant		○	○
Air sortant		○	○
Air rejeté		○	○
Air extérieur		○	○
Bouches d'entrée d'air: genre, type, situation		○	○
Bouches de sortie d'air: genre, type, situation		○	○
Bouches de transfert d'air: genre, type		○	○





1.6 Répartition de l'air			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
Système de répartition: type, situation, dimensions		○	○
Conduites collectrices air extérieur/air entrant		○	○
Conduites d'entrée d'air vers les pièces		○	○
Conduites de sortie d'air depuis les pièces		○	○
Conduites collectrices d'air sortant/rejeté		○	○
Possibilité de réglage par pièce		○	○
Étanchéité: évaluation, mode de contrôle		○	○
Accès nettoyage et inspection		○	○
Isolation thermique: matériau, épaisseur		○	○
1.7 Propreté et état général			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
État et évaluation, mode d'inspection		○	○
1.8 Options			
Description	Réception sur place	**ok**	**pas ok**
		○	○
		○	○
		○	○
		○	○
		○	○

2 Mesures				
Toutes les mesures sont effectuées portes et fenêtres fermées, avec des filtres neufs.				
2.1 Débits volumiques d'air et alimentation électrique				
Instruments de mesure				
Description	Principe et/ou méthodes, produit, type Identification (p. ex. numéro de série)		**ok**	**pas ok**
Débits volumiques d'air			○	○
Puissance électrique			○	○
Air entrant par pièce en service normal [m³/h]				
Pièce, Bouche	Consigne	Réelle	**ok**	**pas ok**
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
Somme				
Air sortant par pièce en service normal [m³/h]				
Pièce, Bouche	Consigne	Réelle	**ok**	**pas ok**
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
Somme				

Caractéristiques de l’ensemble de l’installation				
Taille	Unité	Ventilation de base	Service normal	Ventilation intensive
		Consigne/Réelle	Consigne/Réelle	Consigne/Réelle
Air extérieur	m^3/h			
Total air entrant	m^3/h			
Total air sortant	m^3/h			
Air rejeté	m^3/h			
Puissance électrique absorbée	W			
Puissance électrique absorbée spécifique[1)]	$W/m^3/h$			
[1)] Valeur moyenne de l’air entrant et de l’air sortant divisée par la puissance électrique				
Bouches de transfert d’air en service normal [m^3/h]				
(Mesure uniquement en cas de convention expresse)				
Pièce, bouche	Consigne	Réelle	**ok**	**pas ok**
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
Somme				

2.2 Bruit (mesure uniquement en cas de convention expresse)				
Évaluation subjective				
Description	Jugement de la personne		**ok**	**pas ok**
Pièce, nom de la personne qui évalue			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
Mesure du niveau de pression acoustique dans la pièce [dBA]				
Instruments de mesure				
Description	Principe et/ou méthodes, produit, type, identification (p. ex. numéro de série)		**ok**	**pas ok**
Appareil de mesure du bruit			○	○
Mesure au centre de la pièce vide, à 1 m au-dessus du sol				
Pièce, bouche	Consigne	Réelle	**ok**	**pas ok**
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
			○	○
Somme				

3 Instructions	4 Documentation
• But de l'installation • Lieu et situation des appareils et des composants principaux • Utilisation et régulation • Filtres: remplacement (à exécuter sur place), stockage et élimination • Autres obligations de maintenance et de contrôle • Conduite à tenir en cas de panne • Possibilité et limites (protection thermique en été, tabagisme, odeurs extérieures) • Explications relatives à la documentation	• Consignes sommaires pour les habitants • Consignes pour le remplacement des filtres • Adresses: filtres de remplacement, installateur, concepteur • Journal de fonctionnement • Réglage des ventilateurs, temps de réponse, thermostats, temporisation • Travaux de maintenance: date de maintenance, type de travail, date, entreprise • Plan de maintenance • Schéma de connexion • Procès-verbal de réglage • Fiches de données composants • Schéma électrique

5 Liste de défauts

Description	à régler par	à régler avant le	réglé (date, visa)

6 Options (p. ex. contrat de maintenance)

7 Signatures

Lieu, date		Objet
Maître d'ouvrage/utilisateur	Représentant des maîtres d'ouvrage/ architecte/concepteur	Entrepreneur

Pompes à chaleur

Aide au dimensionnement
Garantie de performance

www.garantie-de-performance.ch

Aide au dimensionnement
Pompes à chaleur

1 Majorations des besoins en puissance de chauffage

Lors du dimensionnement des pompes à chaleur, il faut être attentif à leurs temps de délestage en plus des majorations générales de la puissance de chauffe de base liées au dimensionnement (voir chapitre «Calcul de la puissance du générateur de chaleur»).
Les temps de délestage des appareils électriques doivent être compensés par des majorations de la puissance de chauffe de la pompe à chaleur.

2 Choix de la pompe à chaleur

En plus des conditions techniques de montage d'une pompe à chaleur, le raccordement électrique, la place nécessaire et la possibilité d'utiliser une source de chaleur doivent être clarifiés. Le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur fournit des informations à ce sujet [2].

2.1 Valeurs indicatives pour la conception [1]

Les pompes à chaleur doivent être conçues de manière à atteindre le coefficient de performance annuel (COP) le plus élevé possible. Le COP est le rapport entre l'énergie thermique produite dans l'année et l'énergie électrique consommée. Pour calculer le COP, il faut utiliser les valeurs déterminées conformément à EN 14511:2008. Si l'on ne dispose que de données selon EN 255:1997, le fournisseur doit au préalable les convertir aux conditions d'homologation selon EN 145511:2008.

Valeurs cibles de COP recommandées pour la production d'énergie thermique de chauffage et d'eau chaude (nouvelles constructions) [1]

Source d'énergie, source froide	valeur cible COP
air-eau	3
sol-eau	4
eau-eau	4,5

3 Choix de la source de chaleur

Excepté l'air extérieur, l'utilisation de toutes les sources de chaleur naturelles exige une autorisation par le service cantonal compétent. Il s'agit en général du Service de l'énergie et des eaux. Le choix de la source de chaleur dépend de la puissance de chauffe requise et des conditions locales:

- Le registre terrestre comme source nécessite des surfaces importantes (30 à 60 m² par kW_{th} de puissance de chauffage et au maximum 60 kWh/m² par an).
- Les sondes géothermiques comme source nécessitent une ou plusieurs sondes verticales implantées à une profondeur de 150 m environ (près de 50 W par mètre de sonde et max. 100 kWh/m par an). Un programme sur le dimensionnement des sondes peut être téléchargé [3]. La pompe de circulation du circuit de saumure doit être minutieusement dimensionnée. Les eaux de la nappe phréatique comme source nécessitent des quantités d'eau suffisantes (150 à 200 l/h par kW_{th} de puissance de chauffage).
- Les eaux de surface comme source nécessitent des quantités d'eau suffisantes (300 à 400 l/h par kW_{th} de puissance de chauffage).
- Les eaux usées comme source nécessitent des quantités d'eau suffisantes environ (100 à 150 l/h par kW_{th} de puissance de chauffage).

Remarque: Une pompe à chaleur avec sonde géothermique ne convient pas pour l'assèchement des bâtiments, sauf s'il est garanti que le prélèvement de chaleur fait par le sol ne dépasse pas celui réalisé en cas d'exploitation normale (danger de permafrost).





4 Choix du système de diffusion de chaleur

La pompe à chaleur peut en principe être installée avec n'importe quel système de diffusion de chaleur. Les chauffages basse température comme les chauffages au sol ou les corps de chauffe dimensionnés à cet effet conviennent particulièrement à l'emploi de pompes à chaleur. Selon la température du système et la source de chaleur, on peut envisager un fonctionnement monovalent de la pompe à chaleur (comme unique mode de chauffage). Pour les installations à température de système plus élevée, un chauffage d'appoint (p. ex. chaudière existante) permet un fonctionnement bivalent pertinent. Les chauffages d'appoint électriques directs ne doivent pas être utilisés. Les chauffages électriques à résistance ne doivent être utilisés que comme systèmes de chauffage de secours, notamment avec des pompes à chaleur air/eau, en présence de températures extérieures inférieures à la température de dimensionnement conformément à SIA 384.201.

Le COP augmentant nettement lorsque la température de départ diminue, le système de diffusion de chaleur doit en principe être conçu avec une température de départ basse. Dans les bâtiments neufs, la température de départ ne doit pas excéder 35 °C, conformément à SIA 380/1. Lors d'un remplacement par une pompe à chaleur, la température de départ effective du système de diffusion de chaleur existant au point de dimensionnement (construction en dur, Plateau suisse, –8 °C) ne devrait pas excéder 55 °C. Pour des températures de départ supérieures à 55 °C, une étude approfondie est indispensable.

Remarque: une température de départ inférieure de 5 °C améliore le COP de 10 % environ.

5 Raccordement hydraulique

Les pompes à chaleur n'atteignent les valeurs cibles de COP que si le raccordement hydraulique est correct. Afin d'éviter la fréquence des enclenchements/déclenchements, le condenseur (système de chauffage) doit être parcouru par un flux volumique d'eau de chauffage minimum.

Le raccordement hydraulique s'opèrera selon les principes des guides de planification STASCH [5].

Les vannes thermostatiques ou les régulateurs électriques individuels sont prescrits lorsque les températures de départ dépassent 30 °C. Ils influencent les flux volumiques du réseau et peuvent provoquer des pannes. Le cas échéant, il y a lieu de prendre des mesures pour garantir le flux volumique minimal requis. Il est donc utile de dimensionner le chauffage au sol autorégulateur indépendamment de la régulation individuelle des locaux. Dans tous les cas, la courbe de chauffe doit être réglée correctement.

Il n'est pas toujours avantageux d'installer un accumulateur technique. L'étude FAWA [4] a démontré que les installations équipées d'un accumulateur technique ne sont pas plus efficaces que les installations qui en sont dépourvues, et il n'y a pas non plus de réduction des enclenchements intermittents.

L'installation d'un accumulateur technique est judicieuse dans les cas suivants:

- Découplage hydraulique (typiquement lors d'assainissements avec des paramètres d'exploitation non vérifiés)
- Lorsque les radiateurs dégagent plus de 40 % de la puissance
- Intégration d'autres sources d'énergie

Les valeurs indicatives pour le dimensionnement de l'accumulateur sont de 12 à 35 litres par kW de la puissance maximale des pompes à chaleur.

La production d'eau chaude sera intégrée dans l'installation de pompes à chaleur. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec des chauffe-eau avec échangeur de chaleur intégré. Les accumulateurs combinés ne sont utilisés que dans le cas d'intégration d'autres sources d'énergie (soleil, bois).

6 Bibliographie

Normes et directives

[1] SN EN 15450:2007 Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Conception des systèmes de chauffage par pompe à chaleur

Bibliographie, logiciels, services spécialisés

[2] SIA 384/1: Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Bases et exigences générales. SIA Zurich 2009. www.sia.ch

[3] Huber, A.: Hydraulische Auslegung von Erdwärmesonden-kreisläufen. Office fédéral de l'énergie (l'OFEN) 1999, Numéro de publication 195393. Instrument Excel: www.waermepumpe.ch

[4] Erb, M.; Ehrbar, M.; Hubacher, P.: Feldanalyse von Wärme-pumpenanlagen FAWA 1996–2003. Office fédéral de l'énergie (l'OFEN) 2004, Numéro de publication 240017.

[5] Afjei, A.; Gabathuler, HR.; Mayer, H.: Schémas standard pour petites installations de pompes à chaleur, 1er partie: fiches techniques. Office fédéral de l'énergie (l'OFEN) 2002, Numéro de publication 220217.

[6] Kunz, P. ; Afjei, T.; Betschart, W.; Hubacher, P.; Löhrer,R.; Müller, A.; Prochaska, V.: Handbuch Wärmepumpen: Planung, Optimierung, Betrieb, Wartung. Office fédéral de l'énergie, Berne, janvier 2008.

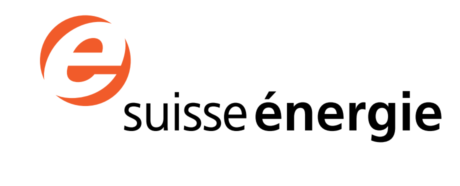
Garantie de performance
Pompes à chaleur

1 Production de chaleur	oui	non
La pompe à chaleur est conçue selon l'«Aide au dimensionnement de pompes à chaleur» et répond à toutes les exigences du Certificat de qualité international pour pompes à chaleur.	○	○
La régulation du chauffage dispose de programmes «jour», «semaine» et «vacances».	○	○
Les paramètres techniques de régulation sont optimisés sur l'installation et déterminés dans le régulateur (y compris l'optimisation du fonctionnement en heures pleines et creuses). Les régulateurs sont équipés d'une compensation de la température ambiante.	○	○
Pour optimiser l'installation, l'utilisateur pourra régler lui-même la courbe de chauffage.	○	○
Pour un contrôle facilité, chacun des circuits hydrauliques de départ et de retour est équipé de plaquettes signalétiques et d'affichages de température.	○	○
Pour permettre le contrôle de la consommation d'énergie, les heures de fonctionnement aux différentes allures sont également relevées au niveau du compteur électrique.	○	○

2 Distribution de chaleur	oui	non
Tous les robinets, conduites, accumulateurs et chauffe-eau sont isolés conformément aux prescriptions contre les déperditions de chaleur.	○	○
Tous les robinets et tubulures de mesure nécessaires doivent être installés pour permettre l'équilibrage hydraulique de l'installation.	○	○

3 Système de diffusion de chaleur	oui	non
Toutes les pièces sont équipées d'une régulation indépendante (vannes thermostatiques). Les vannes thermostatiques doivent être adaptées à l'utilisation de la pièce (réglage de la température).	○	○
Dans la majorité des cas, on installera des chauffages de surface peu puissants (p. ex. chauffage au sol), qui fonctionne avec une température de départ de 30 °C au maximum. De ce fait, la régulation dépendante de la température ambiante (vanne thermostatique) est superflue.	○	○
Le raccordement hydraulique s'opérera conformément aux guides de planification Schémas standard pour petites installations de pompes à chaleur.	○	○





4 Pompes de circulation	**oui**	**non**
Les pompes de circulation ont été choisies selon la notice «Dimensionnement des pompes de circulation».	○	○
La pompe de circulation est réglée sur l’allure optimale.	○	○

5 Production d’eau chaude	**oui**	**non**
Les temps de charge doivent être réglés par un technicien, en fonction de la stratégie de charge prévue.	○	○
Le niveau de température de l’eau accumulée est affiché sur le chauffe-eau (thermomètre) et peut être réglé par l’utilisateur.	○	○

6 Mise en service et réglages	**oui**	**non**
Sur l’installation, à des fins d’optimisation énergétique:		
• toutes les données de puissance sont contrôlées,	○	○
• tous les réglages (temps, températures, allures) sont effectués selon les calculs de dimensionnement,	○	○
• les réglages de la courbe de chauffe sont effectués,	○	○
• l’équilibrage hydraulique des systèmes de distribution et de diffusion de chaleur est effectué et l’installation est purgée,	○	○
• tous les réglages sont consignés dans le procès-verbal de mise en service.	○	○
• pour les installations de plus de 3 kg de fluide frigorigène, le cahier de maintenance (indispensable) est déposé sur l’installation. Si nécessaire, on annoncera la mise en service. (infos sur www.pebka.ch)	○	○
Le client reçoit une information relative:		
• au fonctionnement de la pompe à chaleur, de la pompe de circulation, de la régulation, du chauffe-eau et du système de diffusion de chaleur,	○	○
• aux dispositifs de sécurité (soupape de sécurité, capacité de charge/manomètre, vase d’expansion),	○	○
• à l’optimisation du fonctionnement, aux durées de fonctionnement, au niveau de température, aux allures et à la comptabilité énergétique,	○	○
• à la conduite à tenir en cas de panne.	○	○

7 Signatures		
Lieu, date		Objet
Maître d’ouvrage/utilisateur	Représentant des maîtres d’ouvrage/ architecte/concepteur	Entrepreneur
Pour une réception plus détaillée, le procès-verbal de réception SWKI 96-5 est recommandé.		

Chauffages au bois

Aide au dimensionnement
Garantie de performance

www.garantie-de-performance.ch

Aide au dimensionnement
Chauffages au bois

1 Chaudières à bûches

1.1 Dimensionnement de la chaudière à bûches

Confort d'utilisation

Le confort d'utilisation lié au chargement de la chaudière est déterminant pour le dimensionnement de la chaudière à bûches.

Chaudière standard:

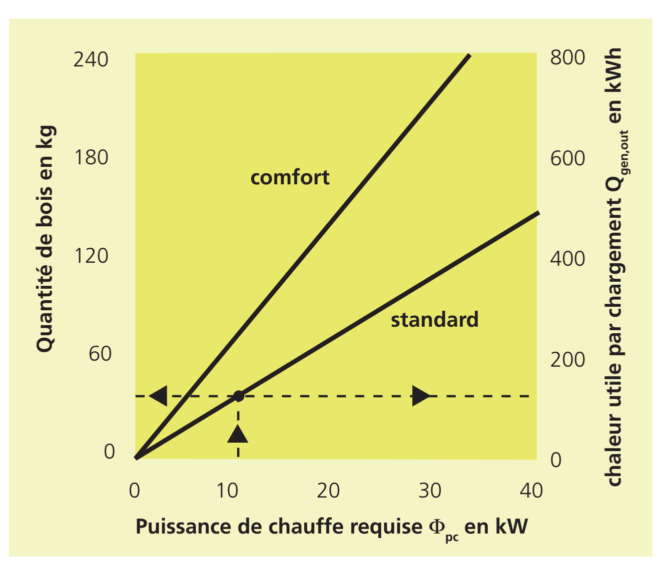
• A la température de dimensionnement, la chaudière est dimensionnée à deux chargements par jour.

• Pendant la période de chauffage, un seul chargement par jour suffit pendant 3 jours sur 4.

Chaudière confort:

• A la température de dimensionnement, la chaudière est dimensionnée à un chargement par jour.

• Le supplément de confort que constitue l'unique chargement quotidien à la température de dimensionnement a pour conséquence de doubler la capacité de la chambre de remplissage de la chaudière. L'augmentation en conséquence du volume de l'accumulateur entraîne une augmentation des pertes et une diminution du rendement annuel.



Dimensionnement de la chaudière à bûches de bois

Marche à suivre

1. Déterminer la puissance thermique nominale requise Φ_{pc} à la température de dimensionnement.
2. Définir le confort d'utilisation avec l'utilisateur.
3. Sur la base des instructions du fabricant, choisir la chaudière qui, pour le type de bois donné, pourra restituer, par charge, la quantité de chaleur utile nécessaire c'est à dire qui présentera le volume de stockage requis.

Exemple de dimensionnement et choix de la chaudière

1. Φ_{pc} = 10 kW inscrit sur le diagramme de dimensionnement
2. Choisir le confort d'utilisation standard
→Souhait $Q_{gen,out}$ = 120 kWh resp. m = 36 kg
3. Choix de la chaudière sur la base des instructions du fabricant
→La chaudière à bûches XY est choisie
→Chaleur utile par chargement de bois tendre $Q_{gen,out}$ = 135 kWh
→Puissance thermique nominale $\Phi_{gen,out,nom}$ = 24 kW
→Plus petite puissance thermique $\Phi_{gen,out,min}$ = 12 kW

1.2 Dimensionnement de l'accumulateur

La plus petite puissance thermique $\Phi_{gen,out,min}$ respectant les prescriptions relatives aux émissions est déterminante pour le contenu requis de l'accumulateur. Plus cette puissance est petite par rapport à la puissance thermique nominale, plus le contenu requis de l'accumulateur diminue. La plus petite puissance thermique est déterminée par l'expertise-type et peut être trouvée dans les documents techniques.

Le volume de stockage minimum peut être défini conformément à la norme EN 303-5 [1].





$$V_{acc} = K \cdot Q_{gen,out} (1 - 0{,}3 \cdot \Phi_{pc}/\Phi_{gen,out,min})$$

V_{acc}	Contenu minimal de l'accumulateur en l
K	Coefficient d'accumulateur spécifique K = 15l/kWh
$Q_{gen,out}$	Chaleur utile par chargement en kWh
Φ_{pc}	Puissance thermique nominale en kW
$\Phi_{gen,out,min}$	Plus petite puissance thermique en kW

L'équation se base sur un besoin en puissance de chauffage de 30 % de la puissance de chauffage requise et un réchauffement de l'accumulateur de 57 K. La plus petite puissance thermique est en général de 50 à 80 % de la puissance thermique nominale. Des commentaires complémentaires sur la mesure de l'accumulateur figurent dans les documents [3].

Exemple de dimensionnement de l'accumulateur

Le volume minimum de stockage est défini sur la base des données de l'exemple de dimensionnement.

$$V_{acc} = 15 \cdot 135 \cdot (1 - 0{,}3 \cdot 10/12) = 1520 \text{ l}$$

2 Chauffages à plaquettes de bois

2.1 Dimensionnement de la chaudière à plaquettes de bois

En principe, les chauffages à plaquettes concernent les grandes installations. Les plus petites chaudières à plaquettes, d'une puissance nominale d'environ 25 kW, conviennent aux immeubles locatifs et aux bâtiments commerciaux. Les immeubles voisins sont souvent également reliés à une chaudière à pellets. La puissance requise de la chaudière correspond à la puissance de chauffage requise, le cas échéant avec des suppléments pour la production d'eau chaude et les systèmes associés.

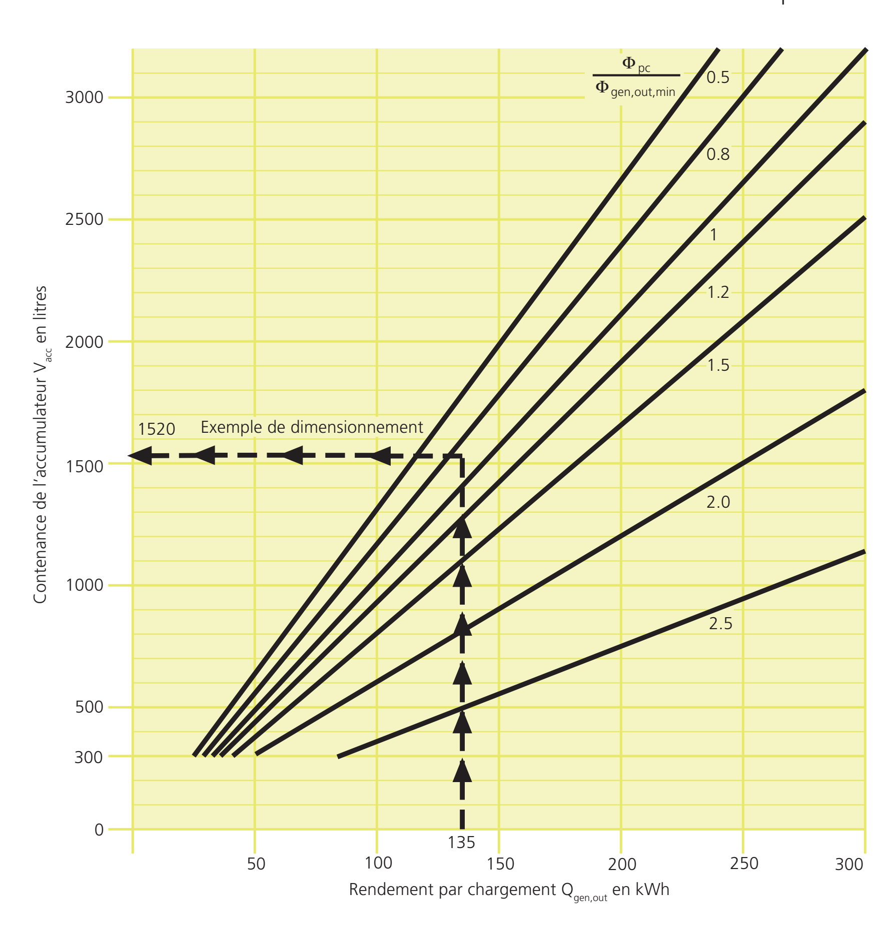
Conditions de fonctionnement optimal

- Ne pas surdimensionner la chaudière, cela entraînerait une diminution de la charge de l'installation de chauffage et une augmentation des pertes de conversion.
- Régulation de la puissance de manière continue dans la plage de 30 % à 100 % de la puissance nominale.
- Allumage automatique, qui évite l'entretien d'un lit de braises, source de pertes importantes.

Pour le dimensionnement, il convient de garder à l'esprit que la puissance de la chaudière dépend fortement de la qualité du combustible. La puissance nominale indiquée pour une installation de chauffage n'est valable que dans des conditions de combustible clairement définies. Lors du dimensionnement, le dialogue avec le fabricant de la chaudière est essentiel.

2.2 Accumulateur

Lorsque la plupart des chaudières à plaquettes présentent un réglage de la puissance dans la mesure évoquée, elles fonctionnent donc sans interruption sur une grande partie de la période de chauffage La régulation de la combustion permet une optimisation constante de celle-ci. Il n'est pas indispensable d'installer un accumulateur de chaleur pour obtenir une exploitation optimale de la chaudière.



Dimensionnement de l'accumulateur

Dans certains cas, il peut cependant être intéressant de le prévoir, en particulier dans le cas de la combinaison d'une chaudière automatique à plaquettes et d'une installation solaire. L'installation solaire couvre en grande partie le besoin en chaleur pendant les mois d'été et permet d'éviter les fréquents enclenchements et déclenchements de l'installation.

2.3 Stockage et chargement du combustible

Plusieurs conditions relatives aux réserves de plaquettes proviennent des directives de protection contre les incendies. Les classes de résistance au feu des parois de séparation, des portes, des couvercles des ouvertures de déversement, etc., ainsi que leur placement dépendent des normes de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie [4]. D'autres informations sur les questions de sécurité sont fournies par les feuillets d'information de la SUVA [5].
Un dispositif anti-retour de flamme permettant d'empêcher la propagation du feu entre la chaudière et la zone de stockage même en cas de coupure de courant est indispensable dans les dispositifs d'alimentation automatiques.
Pendant l'hiver, la quantité stockable de plaquettes doit être suffisante pour 1 à 4 semaines de fonctionnement [2].

3 Chauffages à pellets

3.1 Dimensionnement de la chaudière à pellets

Les plus petites chaudières automatiques à pellets présentent une puissance nominale d'environ 10 kW et sont donc particulièrement adaptées aux maisons individuelles. Leur puissance thermique est réglable jusqu'à un minimum de 3 kW.
La puissance requise de la chaudière correspond à la puissance de chauffage requise, le cas échéant avec des suppléments pour la production d'eau chaude et les systèmes associés.

3.2 Accumulateur

Si la puissance nominale de la chaudière correspond à la puissance requise de la chaudière, un accumulateur est superflu pour autant que la puissance peut être réglée sur une plage de 30 % à 100 %. Si la chaudière à pellets est combinée à une installation solaire, un accumulateur devient intéressant.

3.3 Stockage et chargement du combustible

Le local de stockage des pellets doit être sec, étanche et en dur. Les directives de l'ECA sont également déterminantes dans ce contexte. Le local de stockage devrait être situé contre un mur extérieur, ce qui permet une faible longueur du tuyau de remplissage (30 m maximum). L'accès des camions-citernes doit être garanti. Les tubulures de remplissage et de retour sont munies de raccords. L'ouverture de retour doit rester libre même au niveau maximal de remplissage. Une chicane en matière synthétique doit être fixée au mur face à la tubulure de remplissage.
L'alimentation automatique en combustible depuis le silo est assurée par une vis de transport. On trouve aussi des systèmes de transport pneumatiques permettant de surmonter des distances pouvant atteindre 20 m entre le silo et la chaudière.
Le local doit contenir environ la quantité de pellets
nécessaire pour un an. Son volume peut être évalué comme suit [2]:

$$V_{Local} = \Phi_{HL} \cdot 0{,}9 \text{ m}^3/\text{kW}$$

V_{Local} Volume du local de stockage en m³
Φ_{HL} Puissance de chauffe requise en kW

Le volume du local de stockage peut généralement n'être rempli qu'aux 3/4.

Exemple de détermination du volume de stockage
Puissance calorifique nominale Φ_{HL} = 31 kW
→ Volume du local de stockage = 28 m³
→ Volume utilisable = 21 m³

4 Remarque

Dans la pratique la teneur énergétique des bûches, des plaquettes ou des pellets de bois est souvent rapportée au pouvoir calorifique inférieur PC_i. Dans ce document toutes les données relatives au contenu énergétique se réfèrent au pouvoir calorifique supérieur GCV (auparavant appelé PC_s).

5 Bibliographie

[1] EN 303-5:1999 Chaudières de chauffage – Partie 5: Chaudières spéciales pour combustibles solides, à chargement manuel et automatique, puissance utile inférieure ou égale à 300 kW – Définitions, exigences, essais et marquage
[2] SIA 384/1: Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Bases et exigences générales. SIA Zurich 2009. www.sia.ch
[3] Energie-bois Suisse; Lausanne, www.energie-bois.ch
- Règlement Label de qualité CH
- Déclaration de conformité pour chaudières à chargement manuel, 2008

[4] AEAI Association des établissements cantonaux d'assurance incendie, http://bsvonline.vkf.ch
- Norme de protection contre l'incendie
- Directive de protection incendie «installations thermiques»

[5] Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents SUVA, www.suva.ch
- N° 67006 Liste de contrôle Silo de plaquettes de bois vert
- N° 67007 Liste de contrôle Copeaux de bois

Garantie de performance
Chauffages au bois

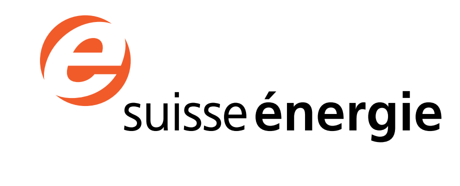
1 Production de chaleur	oui	non
La chaudière est dimensionnée conformément au document «Aide au dimensionnement Chauffages au bois».	○	○
La régulation du chauffage dispose de programmes «jour», «semaine» et «vacances».	○	○
Les paramètres techniques de régulation sont optimisés pour l'installation et déterminés dans le régulateur.	○	○
Un éventuel abaissement ou arrêt nocturne peut être éliminé lorsque la température extérieure est basse.	○	○
L'utilisateur a la possibilité d'optimiser lui-même certains paramètres. Il peut en particulier régler la courbe de chauffage.	○	○
Chacun des circuits hydrauliques de départ et de retour est équipé de plaquettes signalétiques et d'affichages de température; des affichages de température sont installés à différentes hauteurs au niveau de l'accumulateur.	○	○
Pour permettre le contrôle, un thermomètre des gaz de combustion, un compteur d'heures de fonctionnement et un compteur de consommation d'énergie sont installés.	○	○
Dans le cas des foyers situés à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment, l'air de combustion est amené directement à la chaudière	○	○

2 Distribution de chaleur	oui	non
Tous les robinets, conduites, accumulateurs et chauffe-eau sont protégés des déperditions calorifiques par une isolation conforme aux directives.	○	○
Tous les robinets et tubulures de mesure nécessaires doivent être installés pour permettre l'équilibrage hydraulique de l'installation.	○	○

3 Système de diffusion de chaleur	oui	non
Toutes les pièces sont équipées d'une régulation indépendante (vannes thermostatiques ou thermostats d'ambiance), à moins que la température de départ s'élève au maximum à 30 °C.	○	○

4 Pompes de circulation	oui	non
Les pompes de circulation ont été choisies selon le document «Aide au dimensionnement Pompes de circulation».	○	○
La pompe de circulation est réglée sur l'allure optimale ou le tirage optimal.	○	○





5 Production d'eau chaude	oui	non
Les temps de charge sont réglés par un technicien, en fonction de la stratégie de charge prévue.	O	O
Le niveau de température de l'eau accumulée est affiché sur le chauffe-eau (thermomètre) et peut être réglé par l'utilisateur.	O	O

6 Mise en service et réglages	oui	non
Sur l'installation, à des fins d'optimisation énergétique:		
• toutes les données de puissance sont contrôlées,	O	O
• tous les réglages (temps, températures, allures) sont effectués selon les calculs de dimensionnement,	O	O
• l'équilibrage hydraulique des systèmes de distribution et de diffusion de chaleur est effectué et l'installation est purgée,	O	O
• tous les réglages sont consignés dans le procès-verbal de mise en service.	O	O
Le client reçoit une information relative:		
• au fonctionnement de l'alimentation en combustible, de la chaudière, du brûleur, de la pompe de circulation, de la régulation, du chauffe-eau et du système de diffusion de chaleur,	O	O
• aux dispositifs de sécurité (soupape de sécurité, capacité de charge/manomètre, vase d'expansion),	O	O
• à l'optimisation du fonctionnement et à la comptabilité énergétique,	O	O
• à la conduite à tenir en cas de panne.	O	O
• au réglage de la température ambiante au niveau des vannes thermostatiques.	O	O

7 Signatures		
Lieu, date		Objet
Maître d'ouvrage/utilisateur	Représentant des maîtres d'ouvrage/ architecte/concepteur	Entrepreneur
Pour une réception plus détaillée, le procès-verbal de mise en service SWKI 96-5 est recommandé.		

Chauffages au gaz et au mazout

Aide au dimensionnement
Garantie de performance

www.garantie-de-performance.ch

Aide au dimensionnement
Chauffages au gaz et au mazout

1 Dimensionnement Chaudières au gaz et au mazout

La puissance requise de la chaudière $\Phi_{gen,out}$ correspond à la puissance de chauffage requise Φ_{HL}, le cas échéant avec des suppléments pour la production d'eau chaude et les systèmes associés [1]. Chaque chaudière a une plage de puissance autorisée. Plus la puissance à laquelle une chaudière fonctionne est élevée, plus la température des gaz de combustion et les pertes sont élevées (→ diagramme de température des gaz de combustion). D'un point de vue énergétique, il convient donc de privilégier:

- le mode de fonctionnement qui apporte tout juste la puissance requise de la chaudière,
- le type de chaudière présentant le plus bas niveau de pertes de gaz de combustion et de pertes de maintien.

Il faut en principe installer des chaudières au gaz et au mazout à condensation [1]. Cela vaut également en cas de changement de chaudière, même s'il arrive qu'aucune condensation ne se forme suite à des températures de départ nécessaires élevées. Il convient par ailleurs d'utiliser dans la mesure du possible des brûleurs à modulation. Les appareils à condensation ont une utilisation du combustible supérieure d'au moins 6 % (mazout) à 11 % (gaz) à celle des chaudières à gaz conventionnelles.
Lors d'un changement de chaudière, celle-ci doit être choisie de telle sorte que sa puissance puisse encore être réduite après une éventuelle amélioration thermique de l'enveloppe du bâtiment. Lors de la mise en service de la chaudière, il faut s'assurer que la puissance de la chaudière est réglée sur la valeur calculée et pas simplement sur la puissance nominale de la chaudière.

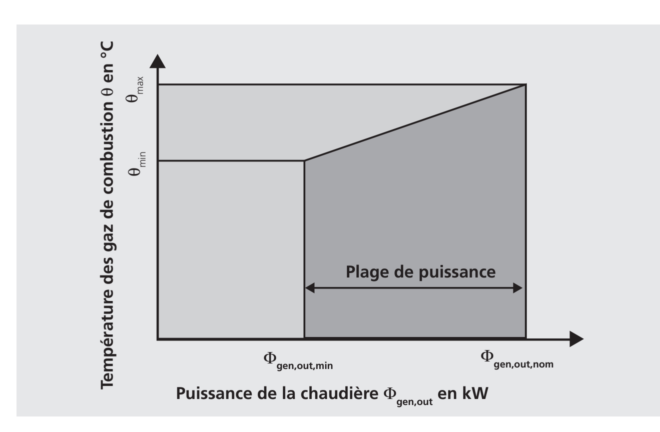


Diagramme de température des gaz de combustion

2 Puissance de combustion

La puissance de combustion (également appelée puissance calorifique effective ou puissance du brûleur) est nécessaire pour le réglage de la puissance requise de la chaudière $\Phi_{gen,out}$ ou la mesure de l'arrivée de gaz:

$$\Phi_{gen,in} = \Phi_{gen,out} / \eta_{gen}$$

$\Phi_{gen,in}$ puissance de combustion à régler par rapport au pouvoir calorifique GCV, in kW
$\Phi_{gen,out}$ puissance de chaudière requise en kW
η_{gen} rendement de la chaudière, rapporté au pouvoir calorifique GCV
Pour les estimations, le rendement de la chaudière η_{gen} = 0,9 peut être défini.

Remarques

- La teneur énergétique du gaz par les entreprises de distribution était déjà appliquée au pouvoir calorifique GCV (auparavant appelé pouvoir calorifique supérieur Hs).
- D'après la norme SIA 384/1:2009 [1] la puissance de combustion est appliquée au pouvoir calorifique GCV pour tous les systèmes de combustion.
- Afin d'éviter les confusions, il convient de toujours vérifier si une indication de la puissance de combustion se rapporte au pouvoir calorifique GCV ou, condformément à l'ancienne norme, au pouvoir calorifique PC_i.
- Si des taux de rendements supérieurs à 100 % sont indiqués, il s'agit de toute évidence d'une indication selon l'ancienne norme.

3 Bibliographie

[1] SIA 384/1: Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Bases et exigences générales. SIA Zurich 2009. www.sia.ch



Garantie de performance
Chauffages au gaz et au mazout

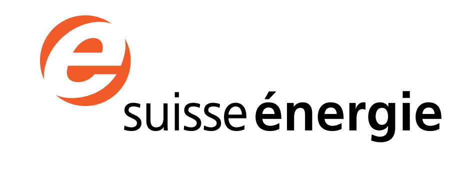
1 Production de chaleur	oui	non
La chaudière est conçue conformément au document «Aide au dimensionnement Chaudières au gaz et au mazout».	O	O
La régulation du chauffage dispose de programmes «jour», «semaine» et «vacances».	O	O
Les paramètres techniques de régulation sont optimisés pour l'installation et déterminés dans le régulateur.	O	O
Un éventuel abaissement ou arrêt nocturne peut être éliminé lorsque la température extérieure est basse.	O	O
L'utilisateur a la possibilité d'optimiser lui-même des paramètres. Il peut en particulier régler la courbe de chauffage.	O	O
Chacun des circuits hydrauliques de départ et de retour est équipé de plaquettes signalétiques et d'affichages de température.	O	O
Pour permettre le contrôle, un thermomètre des gaz de combustion, un compteur d'heures de fonctionnement et un compteur de consommation d'énergie sont installés.	O	O
Dans le cas des foyers situés à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment, l'air de combustion est amené directement à la chaudière.	O	O

2 Distribution de chaleur	oui	non
Tous les robinets, conduites, accumulateurs et chauffe-eau sont protégés des déperditions calorifiques par une isolation conforme aux directives.	O	O
Tous les robinets et tubulures de mesure nécessaires doivent être installés pour permettre l'équilibrage hydraulique de l'installation.	O	O

3 Système de diffusion de chaleur	oui	non
Toutes les pièces sont équipées d'une régulation indépendante (vannes thermostatiques ou thermostats d'ambiance), à moins que la température de départ s'élève au maximum à 30 °C.	O	O

4 Pompes de circulation	oui	non
Les pompes de circulation ont été choisies conformément au document «Dimensionnement Pompes de circulation».	O	O
La pompe de circulation est réglée sur l'allure optimale ou le tirage optimal.	O	O





5 Production d'eau chaude	oui	non
Les temps de charge sont réglés par un technicien en fonction de la stratégie de charge prévue.	O	O
Le niveau de température de l'eau accumulée est affiché sur le chauffe-eau (thermomètre) et peut être réglé par l'utilisateur	O	O

6 Mise en service et réglages	oui	non
Sur l'installation, à des fins d'optimisation énergétique:		
• toutes les données de puissance sont contrôlées,	O	O
• tous les réglages (temps, températures, allures) sont effectués selon les calculs de dimensionnement,	O	O
• l'équilibrage hydraulique des systèmes de distribution et de diffusion de chaleur est effectué et l'installation est purgée,	O	O
• tous les réglages sont consignés dans le procès-verbal de mise en service.	O	O
Le client reçoit une information relative:		
• au fonctionnement de l'alimentation en combustible, de la chaudière, du brûleur, de la pompe de circulation, de la régulation, du chauffe-eau et du système de diffusion de chaleur,	O	O
• aux dispositifs de sécurité (soupape de sécurité, capacité de charge/manomètre, vase d'expansion),	O	O
• à l'optimisation du fonctionnement et à la comptabilité énergétique.	O	O
• à l'attitude à adopter en cas de panne	O	O
• aux réglages de la température ambiante au niveau des vannes thermostatiques.	O	O

7 Signatures		
Lieu, date		Objet
Maître d'ouvrage/utilisateur	Représentant des maîtres d'ouvrage/ architecte/concepteur	Entrepreneur
Pour une réception plus détaillée, le procès-verbal de mise en service SWKI 96-5 est recommandé.		

Capteurs solaires

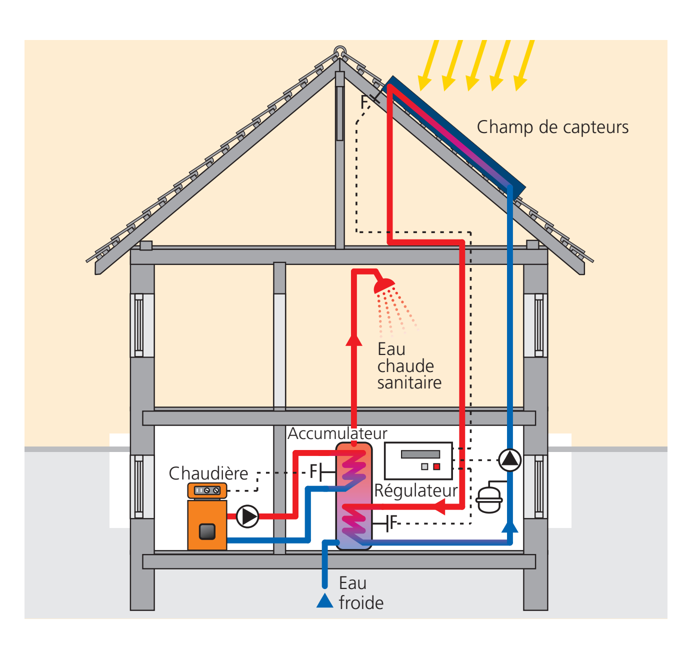
Aide au dimensionnement
Garantie de performance

www.garantie-de-performance.ch

Aide au dimensionnement
Capteurs solaires

1 Bases pour l'utilisation thermique de l'énergie solaire

Les capteurs solaires sont une solution écologique pour la production de l'eau chaude sanitaire, mais peuvent également contribuer au chauffage des pièces. Ils peuvent être utilisés en combinaison avec toute autre méthode de production de chaleur utilisée en cas de faible ensoleillement (chauffage au bois, pompe à chaleur, chaudière à mazout ou à gaz). Les capteurs solaires peuvent se présenter sous la forme d'installations compactes ou de systèmes étudiés pour des applications spécifiques. Les installations compactes sont dimensionnées sur la base de valeurs standardisées. Par contre, les systèmes spécifiques requièrent l'intervention de concepteurs spécialisés et l'utilisation d'outils de calcul professionnels [2].



En été, l'accumulateur d'eau chaude est alimenté presque exclusivement par les capteurs solaires.

1.1 Eau chaude solaire

L'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'eau chaude sanitaire est intéressante, quel que soit l'état du bâtiment. En été, la production d'eau chaude sanitaire ne requiert en général aucune installation supplémentaire. Par contre, pendant la saison froide, l'installation solaire doit être assistée par une source de chaleur d'appoint. Le chauffe-eau complémentaire est intégré directement dans l'installation solaire, ou est connecté à la source de chaleur. Les différents concepts possibles sont repris dans les «Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire» (RUS) [3]. La notice sur l'eau chaude dans les immeubles locatifs «Prechauffage de l'eau pour immeubles locatifs» [4] donne des informations complémentaires.

Rendements typiques des capteurs pour la production d'eau chaude sanitaire au moyen de capteurs plans vitrés

Couverture	Implantation Plateau suisse	Implantation Alpes
Taux de couverture élevé (au moins 60 %)	350 kWh/m² a à 450 kWh/m² a	400 kWh/m² a à 500 kWh/m² a
Taux de couverture moyen (30 % à 60 %)	400 kWh/m² a à 550 kWh/m² a	500 kWh/m² a à 600 kWh/m² a
Préchauffage (< 30 %)	450 kWh/m² a à 650 kWh/m² a	600 kWh/m² a à 700 kWh/m² a

Rendement annuel par m² de surface utile de capteur (surface de l'absorbeur). Pour les installations de capteurs tubulaires sous vide, les rendements sont de 10 % à 30 % plus élevés.

Règle d'or: Un mètre carré de surface de capteurs utile couvre environ la moitié des besoins en eau chaude sanitaire d'une personne.

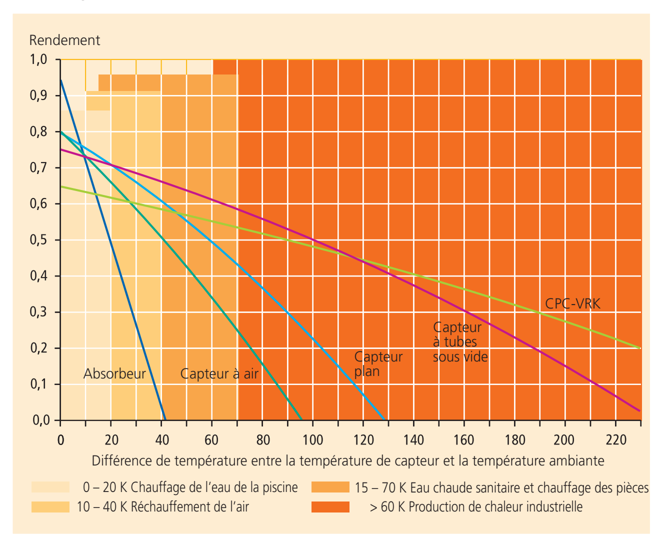




1.2 Eau chaude solaire et appoint de chauffage

L'apport solaire à une installation de chauffage est surtout intéressant dans le cas de constructions bien isolées. Pour les bâtiments mal isolés, l'alternative la moins onéreuse consiste généralement à mettre en œuvre des mesures d'économie d'énergie. Avant d'installer un système de chauffage solaire, il faut donc d'abord vérifier quelles économies d'énergie sont réalisables par des travaux d'aménagement. L'utilisation de l'énergie solaire est bien définie avant le début de la phase de conception sur la base des caractéristiques individuelles du bâtiment et des souhaits du maître de l'ouvrage.

Chauffage solaire.



Courbes de rendement des différents types de capteurs et de leurs applications.

2 Eléments des installations solaires thermiques

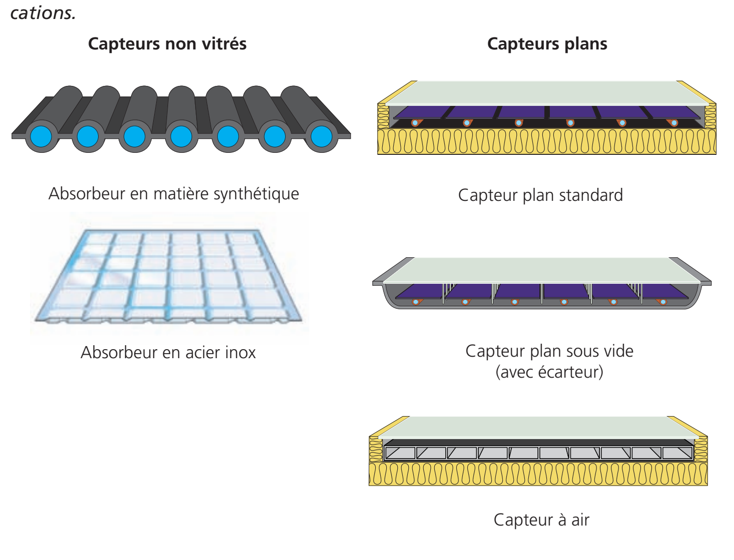
Capteur solaire

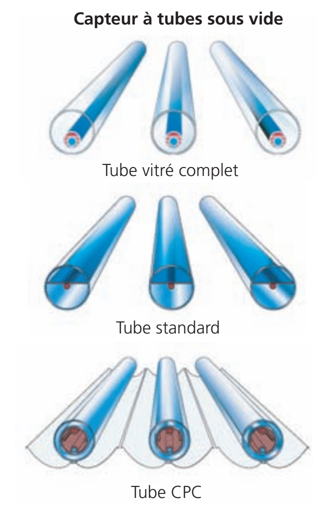
Les installations solaires thermiques peuvent être constituées de différents types de capteurs non vitrés, de capteurs plans et de capteurs à tubes sous vide. Le choix du type de capteur dépend de differents facteurs: site d'implantation et de la différence entre la température requise pour le capteur et la température ambiante pour l'application la plus fréquemment utilisée. Il faut également souligner que les capteurs les plus efficients sont généralement les plus chers. Il faut donc bien peser le pour et le contre: soit des capteurs un peu moins efficients sur une surface de l'absorbeur un peu plus grande, soit des capteurs plus chers et plus efficients sur une surface de l'absorbeur un peu plus petite.

Exemple: On souhaite une installation solaire pour la production de l'eau chaude sanitaire et un appoint de chauffage.
Suivant le taux de couverture de l'installation, on se trouve en haut ou en bas de la plage de différence de température allant de 15 K à 70 K. On choisira le type de capteur en conséquence. Les capteurs à tubes sous vide offrent le meilleur rendement si l'on souhaite des taux de couverture élevés pour l'hiver. Dans les autres cas de figure, les capteurs plans offriront le même avantage, tout en étant beaucoup moins chers.

Fluide caloporteur

Le fluide caloporteur transporte la chaleur du champ du capteur vers le système d'eau chaude. Suivant le type d'installation, le fluide caloporteur sera de l'eau ou un mélange eau-glycol. Les mélanges contenant du glycol présentent l'avantage de ne pas geler. D'autres systèmes vidangent le champ du capteur lorsqu'il y a un risque de gel.





Variantes de montage pour toits inclinés, toits plats et façades.

Accumulateur

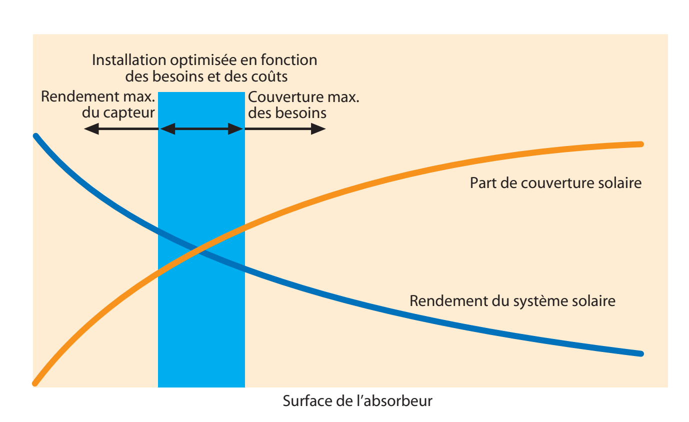
L'accumulateur thermique permet de couvrir le décalage temporel entre l'offre et la demande de chaleur. La taille minimale de l'accumulateur fait partie du concept de surchauffe. En règle générale, on peut dire que les résultats offerts par une installation solaire sont d'autant meilleurs que l'offre d'énergie et la demande de chaleur coïncident, et que le niveau de température requis pour le dégagement de la chaleur de chauffage est bas.

Commande et régulation

Le concept de commande et de régulation d'une installation de capteurs solaires doit comprendre le circuit solaire, la gestion de l'accumulation de chaleur et les fonctions de sécurité. La recharge extérieure est soit intégrée, soit assurée par le chauffage d'appoint. La caractéristique de commande du chauffage d'appoint doit, le cas échéant, être adaptée au système. Selon le concept de l'installation, certains effets physiques non régulés, comme la circulation due à la gravité, peuvent également être exploités par le système.

3 Indications pour la conception

Complémentairement aux conditions locales (orientation des surfaces disponibles, ombrage, possibilités de montage, tracé des conduites), les exigences et les priorités posées par le client seront essentielles pour le dimensionnement. La taille de l'installation peut varier fortement suivant le degré d'optimalisation visé (taux de couverture élevé, rentabilité). Les éléments de base pour la conception devront être expliqués au client et feront l'objet d'une concertation avec ce dernier. Les installations compactes seront dimensionnées et montées selon les indications des fabricants. Pour les installations individuelles, il faudra faire appel à un concepteur et à un installateur spécialisé. L'entreprise chargée de l'installation sera responsable du dimensionnement et du respect des impératifs techniques, notamment en matière de protection contre la surchauffe, le gel et les surpressions, de choix du fluide caloporteur, de constance des températures, de choix des matériaux et d'intégration avec les autres installations techniques domestiques.

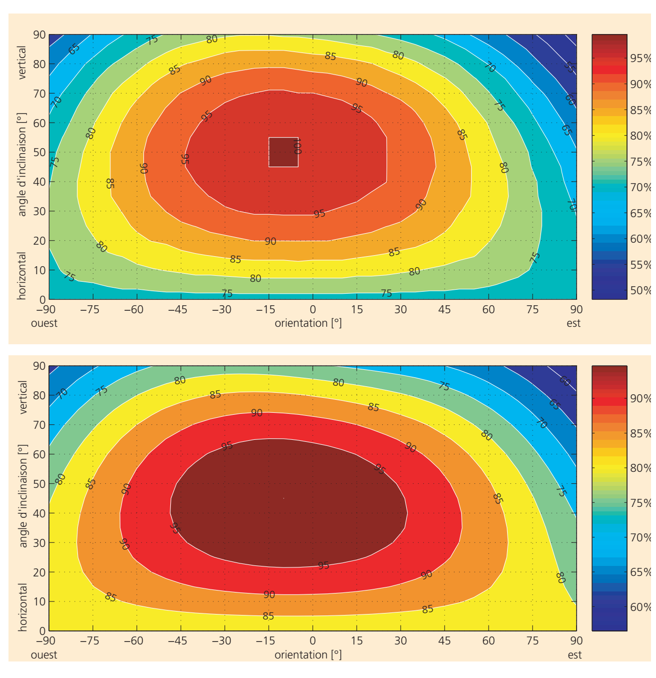


Le rendement, la couverture et les coûts des installations solaires peuvent être optimisés.

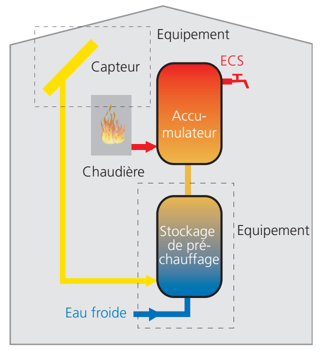
3.1 Placement des capteurs (inclinaison, orientation)

Pour les installations uniquement consacrées à la production d'eau chaude sanitaire, l'orientation des capteurs est moins problématique. Si l'installation doit servir pour l'appoint de chauffage des pièces, il est préférable d'orienter les panneaux en fonction de la position du soleil en hiver (octobre à mars et selon l'emplacement, de septembre à avril). Lors du dimensionnement, il sera tenu compte de la diminution de l'apport solaire due à l'écart par rapport à l'orientation optimale, et ce par des compensations adéquates.

Dans les régions montagneuses, il faut veiller à ce que les capteurs solaires ne restent pas trop longtemps couverts par la neige ce qui diminuerait le rendement. Une fois enneigés, les tubes sous vide ne dégèlent quasiment plus en raison de leur bonne isolation. Ils seront montés de manière à ce que la neige n'y adhère pas (inclinaison minimale: 45°, pour les capteurs à tubes sous vide, on conseillera 60°). Il n'y aura pas d'arrête-neige juste en dessous des panneaux. Il faut également tenir compte du potentiel de risque pour les personnes et les objets se trouvant sous les capteurs. L'évacuation manuelle de la neige ne devra se faire qu'en cas d'urgence.



Réduction du rendement du champ de capteurs en cas de déviation par rapport à l'orientation optimale. Exemple: chauffage d'appoint avec un degré de couverture de 26 % (en haut) et installation de production d'eau chaude avec un degré de couverture de 63 % (en bas).

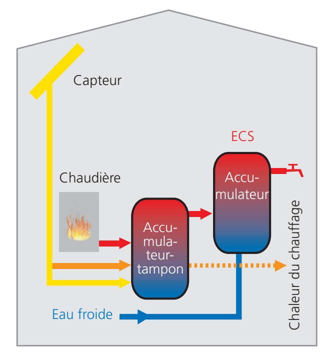


Système A: système avec stockage de préchauffage

2 accumulateurs: stockage de préchauffage solaire et stockage de production d'eau chaude sanitaire; répartition sur plusieurs accumulateurs (emplacement); équipement simple.

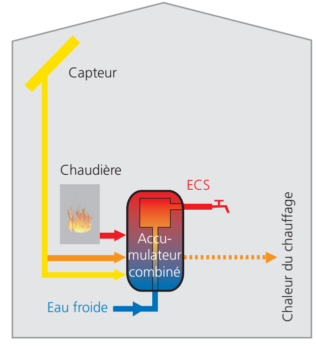
Système B: système à 1 accumulateur

Stockage de préchauffage solaire et stockage de production d'eau chaude sanitaire réunis en un seul; faible encombrement et pertes thermiques réduites; convient en cas de remplacement des accumulateurs actuels.



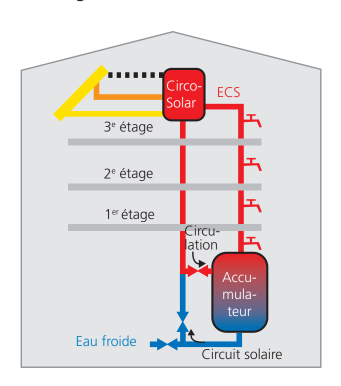
Système C: système à accumulateurs multiples avec accumulateur-tampon

Accumulateur-tampon pour le stockage de l'énergie solaire et stockage de production d'eau chaude sanitaire; court temps de passage de l'eau chaude; accumulateur-tampon dans un matériau avantageux (acier).



Système D: système d'accumulateur combiné

Petit accumulateur d'eau disponible intégré dans l'accumulateur-tampon; faible encombrement, pertes thermiques réduites et court temps de passage de l'eau chaude; convient en cas de remplacement des accumulateurs actuels.



Système E: installation CircoSolar

Injection de l'eau chaude, chauffée par le soleil, dans la circulation de l'eau chaude d'un immeuble locatif. Aucun accumulateur supplémentaire nécessaire; en fonction du dimensionnement de la conduite de circulation de l'eau chaude; installation en toiture avec des conduites courtes.

3.2 Intégration dans les installations techniques domestiques

Il existe un grand nombre de systèmes (A à E) de chauffage et de production d'eau chaude dans les installations techniques domestiques. Le choix s'opérera en fonction des conditions locales.

Les rendements des installations solaires sont meilleurs lorsque les températures de fonctionnement sont basses. C'est pourquoi la température du retour chauffage dans l'accumulateur devrait être aussi basse que possible. Les chauffages à basse température tels que les chauffages au sol ou des radiateurs bien dimensionnés en conséquence satisfont à ces exigences.

Pour d'autres systèmes de chauffge (p. ex. radiateurs), la température de service peut être abaissée par les mesures suivantes:

- Vannes thermostatiques sur les radiateurs
- Débits volumiques réduits (ce qui augmente la différence de température)
- Éviter les by-pass.

Les «Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire (RUS)» [3] contiennent d'autres suggestions pour la conception d'installations. Les capteurs devront en tout cas respecter la norme SN EN 12975 «Les installations solaires thermiques et leurs composants» [1]. Les éventuelles contribution d'encouragement seront liées au respect de la norme.

4 Bibliographie

[1] SN EN 12975 Les installations solaires thermiques et leurs composants

[2] Le programme de calcul Polysun peut être commandé via Vela Solaris SA, Winterthur, Tél. 055 220 71 00 info@velasolaris.ch; www.velasolaris.ch

[3] Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire (RUS) – épuisé, en cours de mise à jour.
Swissolar, groupe de travail pour l'énergie solaire, Zurich, Tél. 044 250 88 33; E-Mail info@swissolar.ch; www.swissolar.ch.

[4] Prechauffage de l'eau pour immeubles locatifs, un cahier technique de www.swissolar.ch

Garantie de performance
Capteurs solaires

1 Partie solaire	oui	non
L'installation solaire est dimensionnée selon l'«Aide au dimensionnement Capteurs solaires».	○	○
Les capteurs solaires ont été homologués conformément à la norme EN 12975 ou certifiés conformément au label de qualité Solar Keymark.	○	○
Les paramètres techniques de régulation sont optimisés sur l'installation et déterminés dans le régulateur.	○	○
L'isolation thermique du circuit solaire répond aux «Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire (RUS)» et aux lois cantonales sur l'énergie.	○	○
La pompe du circuit solaire répond aux «Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire (RUS)».	○	○

2 Intégration dans le système d'eau chaude	oui	non
L'installation solaire est intégrée dans le système d'eau chaude selon les «Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire (RUS)».	○	○
L'intégration de l'installation solaire dans le système d'eau chaude est comprise dans l'offre.	○	○

3 Intégration dans le système de chauffage	oui	non
L'installation solaire est intégrée dans le système de chauffage selon les «Recommandations pour l'utilisation de l'énergie solaire (RUS)».	○	○
L'intégration de l'installation solaire dans le système de chauffage est comprise dans l'offre.	○	○

4 Production d'eau chaude	oui	non
La production d'eau chaude est assurée toute l'année (p. ex. avec une chaudière ou un corps de chauffe électrique).	○	○
La sécurité contre l'échaudure est garantie (p. ex. avec un mélangeur thermique)	○	○
Le niveau de température de l'eau stockée est affiché.	○	○

5 Mise en service et réglages	oui	non
Sur l'installation, à des fins d'optimisation énergétique:	○	○
• toutes les données de puissance sont contrôlées	○	○
• la mise en service est effectuée	○	○





• tous les réglages (temps, températures, allures) sont effectués selon les calculs de conception	○	○
	oui	**non**
• la compensation hydraulique est effectuée	○	○
• tous les réglages sont consignés dans le procès-verbal de mise en service	○	○
Le client reçoit une information relative:		
• à la fonction des capteurs solaires, au circuit solaire, à la régulation, au chauffe-eau	○	○
• aux appareils de sécurité et robinetteries (soupape de sécurité, quantité de remplissage/manomètre)	○	○
• à l'optimisation du fonctionnement, aux durées de fonctionnement, au niveau de température, aux allures et à la comptabilité énergétique	○	○
• à la conduite à tenir en cas de panne.	○	○

6 Signatures		
Lieu, date		Objet
Maître d'ouvrage/utilisateur	Représentant des maîtres d'ouvrage/ architecte/concepteur	Entrepreneur

Aperçu général et commande
Version papier et download

Disponible en version papier

Secrétariat MINERGIE®: fax 031 350 40 51
OFCL Publications Fédérales: fax 031 325 50 58



Garantie de performance – édition complète

Garantie de performance pour les installations techniques (56 pages)
Je commande ______ exemplaire(s) 805.250 f

Société
Nom, prénom
Rue
NPA
Localité

Disponible comme fichier PDF

www.garantie-de-performance.ch



Garantie de performance – édition complète

Garantie de performance pour les installations techniques (56 pages)

Informations générales Informationen
- **Mode d'emploi** (1 Page)
- **Calcul de la puissance de chauffe** (5 Pages)
- **Aide au dimensionnement Pompes de circulation** (5 Pages)

Aération douce
- **Aide au dimensionnement** (9 Pages)
- **Garantie de performance** (3 Pages)
- **rocès-verbal de mise en service** (4 Pages)

Pompes à chaleur
- **Aide au dimensionnement** (2 Pages)
- **Garantie de performance** (2 Pages)

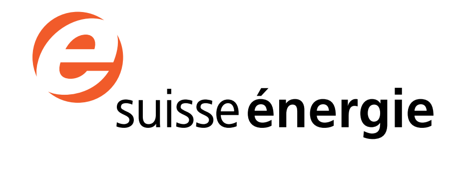
Chauffages au bois
- **Aide au dimensionnement** (3 Pages)
- **Garantie de performance** (2 Pages)

Chauffages au gaz et au mazout
- **Aide au dimensionnement** (1 Page)
- **Garantie de performance** (2 Pages)

Capteurs solaires
- **Aide au dimensionnement** (4 Pages)
- **Garantie de performance** (2 Pages)

Commande de la version papier
Secrétariat MINERGIE®, Steinerstrasse 37, 3006 Berne,
Tél. 031 350 40 60, fax 031 350 40 51, info@minergie.ch ou
OFCL, Publications Fédérales, 3003 Bern, fax 031 325 50 58
www.publicationsfederales.admin.ch

Download
www.garantie-de-performance.ch







Commande
www.garantie-de-performance.ch
Agence MINERGIE® romande, Grandes Rames 12/14, 1700 Fribourg, tél. 026 309 20 95, romandie@minergie.ch ou
Office fédéral des constructions et de la logistique OFCL, Vente/remise des publications, 3003 Berne
www.publicationsfederales.admin.ch, N° de commande: 805.250 f 02.2010 / 4000 / 860999999